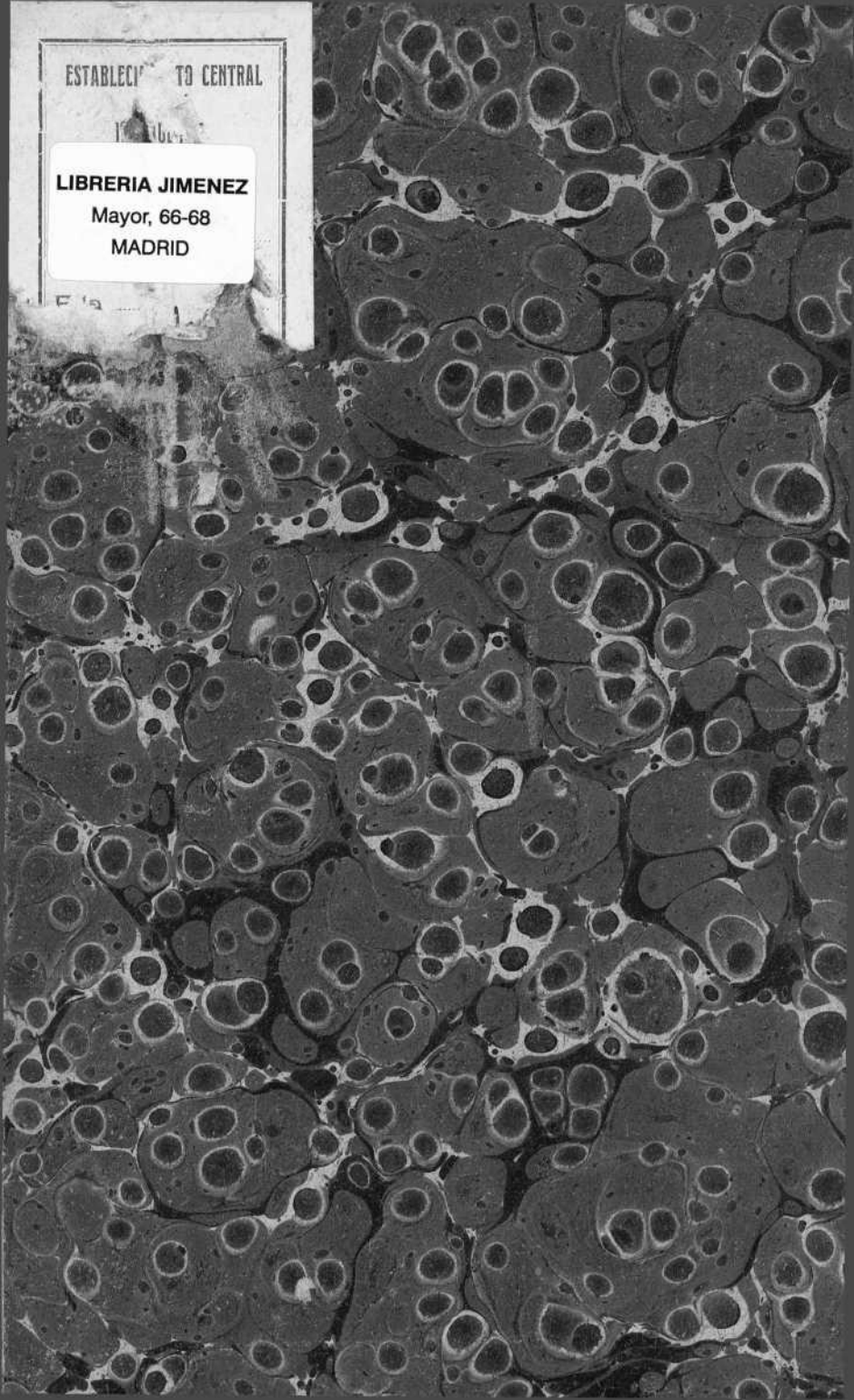


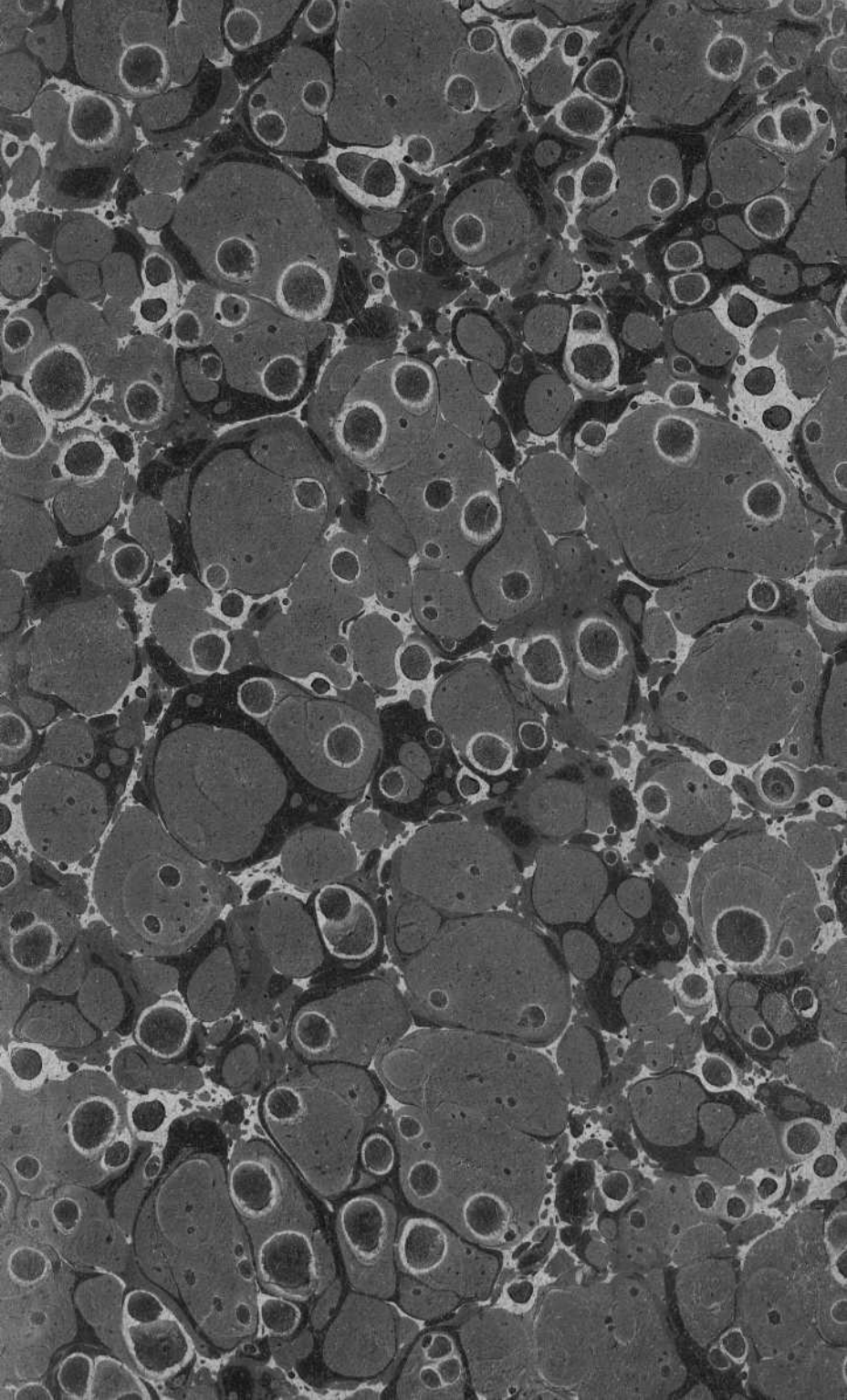
ESTABLECI^{ÓN} TO CENTRAL

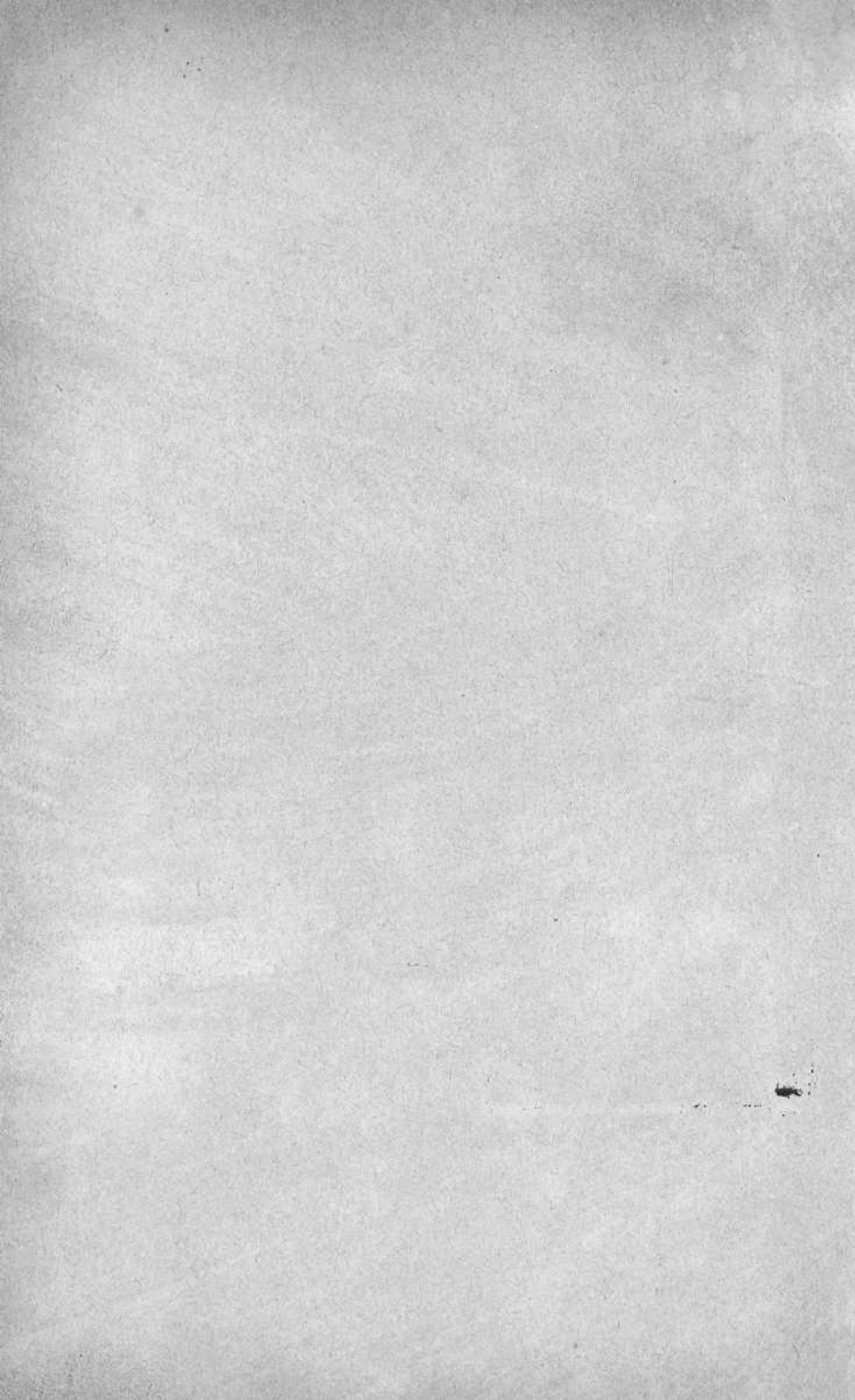
LIBRERIA JIMENEZ

Mayor, 66-68

MADRID







DA

ESTABLECIMIENTO CENTRAL
DE
INTENDENCIA
BIBLIOTECA

APUNTES DE TECNOLOGÍA.



LIGERAS NOCIONES ACERCA DE MOTORES, MAQUINAS Y PROCEDIMIENTOS EMPLEADOS EN ALGUNAS INDUSTRIAS.

ACADEMIA DE INTENDENCIA
BIBLIOTECA
Volumen No. 4
Tabla
Estante

Donativo del
Intendente Bringas.
ESTABLECIMIENTO CENTRAL
DE
INTENDENCIA
BIBLIOTECA

AVILA.

ACADEMIA. — 1892.



C. 1121343
TR. 136566

APUNTES
PRELIMINARES

ROMANIO - I. La República de
en II - Características de las
III - Aspectos de la
IV -
V -

INDUSTRIAS

I. La industria en
II. Aspectos
III. Aspectos
IV. Aspectos
V. Aspectos



PRELIMINARES.

SUMARIO. — I. — Tecnología; su importancia. — II. — Clasificación de las artes y oficios. — III. — Aspectos bajo los cuales puede estudiarse la Tecnología. — IV. — Su aplicación á los servicios administrativo-militares. — V. — Plan para su estudio.

I. La *Tecnología* es la ciencia que estudia los diferentes procedimientos empleados por el hombre para utilizar las fuerzas y modificar las primeras materias que le ofrece la Naturaleza, con objeto de satisfacer sus necesidades y deseos.

De esta definición se deduce que el campo de la Tecnología es muy vasto; los procedimientos puestos

en uso por la industria son tan variados, tan diferentes las materias sobre que reacciona y tan numerosas las profesiones á que dá origen, que sería imposible pretender que un solo hombre poseyese el conocimiento completo de una ciencia que responde á un conjunto de nociones tan diversas y tan relacionadas con las ciencias fundamentales.

II. Esa misma extensión de hechos y teorías que comprende el trabajo industrial, demuestra la necesidad, que en todo tiempo ha existido, de clasificar la Tecnología en grupos que encierren los procedimientos industriales de aspectos análogos. Sin que nosotros nos veamos precisados á seguir ninguna de las múltiples divisiones que se han hecho hasta el día, nos detendremos brevemente en dar una idea del fundamento que ha presidido al presentarlas.

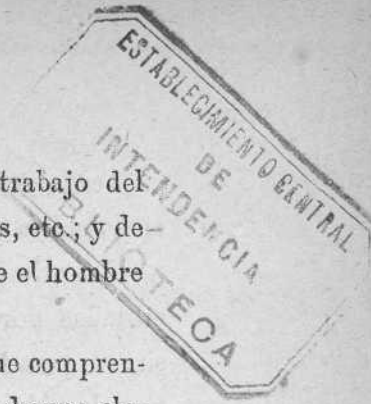
La primera clasificación de artes y oficios, fué la dada por Alembert en su *cuadro de conocimientos humanos*. Partiendo del punto de vista que dominaba en su tiempo y atribuyendo todo á la Naturaleza, su autor no distingue los procedimientos tecnológicos mas que por la sustancia sobre la cual se ejercen. Así distingue un grupo que comprende la industria del oro, incluyendo en él la fabricación de la moneda, filatura

y laminado de este metal, etc.; otro del trabajo del hierro, que abarca la herrería, armas, forjas, etc.; y de este modo, tantos otros como materias tiene el hombre para realizar trabajos.

La sola inspección de las industrias que comprenden de cada grupo, demuestra lo poco racional de una clasificación que reúne procedimientos tan opuestos y separa otros tan análogos; verdad es que la primera materia en cada agrupación es la misma, pero las profesiones que originan son tan diferentes, que la clasificación mas bien puede servir como catálogo de productos que ofrecer ventaja alguna científica.

Mas adelante se separaron las artes *mecánicas* de las *químicas*, incluyendo en las primeras todas las que tenían su fundamento en las propiedades físicas de la materia, tales como la inercia, tenacidad, divisibilidad, cristalización, etc., y formando las segundas un numeroso grupo cuyo origen se encontraba en las transformaciones químicas de las sustancias primitivas; pero como son contadas las industrias en que no se hallan mezclados los dos órdenes de fenómenos, hubo que abandonar esta clasificación y buscar otras más racionales, que tomaron asiento en bases más sólidas.

Los defectos de otras clasificaciones posteriores se han ido modificando y hoy se admite como la última



en Tecnología, una que agrupa los procedimientos en cinco clases que describiremos someramente.

La primera encierra el estudio de las materias facilitadas por los tres reinos de la Naturaleza, y que sirven para la elaboración de los productos necesarios para la vida. Otra clase es la referente á la alimentación, é incluidas en ella están la panificación, arte de las conservas, fabricación del vino, vinagres, destilería, licores, etc.; y por ampliación, todas las industrias relacionadas con los cuidados de la higiene, alumbrado y calefacción. La tercera clase, ó sea la de las artes que se refieren al vestido, se halla subdividida en dos; preparación de tejidos y confección de vestuario. En el cuarto grupo figuran las industrias de construcción, diferenciándose unas de otras segun que se trate del trabajo de metales, madera ó piedras. Y por último, en el quinto se reúne el conocimiento de los instrumentos y útiles comunes á todas las industrias.

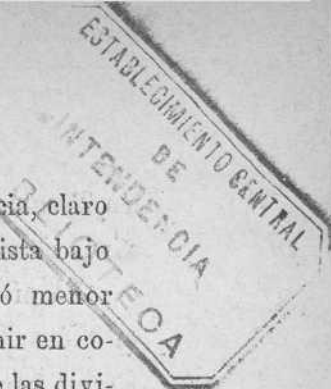
III. De la enumeración de estas clasificaciones y sus grupos, se deduce que la Tecnología estudiando las artes industriales abarca desde lo que el hombre ejecuta con la ayuda de sus manos, hasta el trabajo más perfeccionado de las máquinas; y se aprecia tambien que habiéndose formulado dichas clasificaciones

con sujeción á los varios aspectos de esta ciencia, claro es que podrá presentar diversos puntos de vista bajo los cuales deberá ser estudiada con mayor ó menor éxito, y de ellos nos vamos á ocupar para venir en conocimiento de que al aceptar la ciencia una de las divisiones propuestas ha sido por la razon de presentar el mayor número de ventajas:

Los aspectos ó puntos de vista de que hemos hablado son; el de las primeras materias que ofrece la Naturaleza y que el hombre adapta á sus necesidades y deseos; el de los medios empleados para sus transformaciones; y el de los usos ó aplicaciones de los objetos producidos.

Cuanto se estudia la Tecnología bajo el primer aspecto, se incurre en los errores que hemos criticado en la clasificación de Alembert, esto es, en separar violentamente industrias muy ligadas en la práctica, reuniendo otras que tienen pocos puntos de contacto, como sucedería, por ejemplo, para extremar los inconvenientes de este sistema, al agrupar industrias tales como la metalurgia del plomo, fabricación del albayalde y construcción de caracteres tipográficos, que todas tienen por base un mismo metal ó materia primitiva.

En el caso de estudiar esta ciencia atendiendo á los procedimientos puestos en uso para transformar las

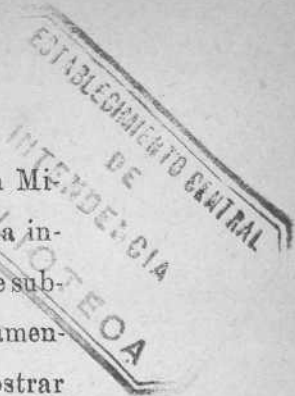


materias primitivas en productos utilizables, sería preciso partir del principio de que las artes no son mas que aplicaciones de las ciencias á los usos de la vida, y sería necesario empezar por clasificar las ciencias fundamentales que son las matemáticas, mecánica, física, química, biología, etc.; y en este caso aun prescindiendo de las relaciones que puedan tener unas con otras, acarrearíamos el inconveniente de dividir las industrias haciendo largo y difícil su estudio, además de incurrir en las desventajas que hemos apuntado en el aspecto anterior. Así por ejemplo, si se tratase de estudiar las operaciones del tejido, una vez enlazados los hilos, se acudiría á la sección de química para el blanqueo, á la de física para la desecación y preparación de algunos colores, nuevamente á la de química para los efectos de algunos tintes, á la de mecánica para la resistencia, etc., etc., lo cual haría muy complicado el estudio.

Bajo el punto de vista de los usos á que se destinan los objetos producidos, la Tecnología reúne el fin más práctico porque facilita el conocimiento de las artes y permite adelantar en un ramo con regularidad y método, razon por la cual se han adoptado las últimas clasificaciones que hemos dejado consignadas.

IV. Correspondiendo á la Administración Militar la ejecución técnica de una gran parte de la industria del Ejército, como es la de los servicios de subsistencias ó alimentación, acuartelamiento, campamento, vestuario, etc., nos parece inútil querer demostrar que el estudio de la Tecnología se impone de una manera ineludible, toda vez que en la realización de esos servicios se hace precisa la transformación de las sustancias por procedimientos industriales que debe conocer el Oficial, encargado de producir unas veces y de conservar otras, los objetos ó materias resultado de sus industrias propias y de las intervenidas.

El campo de la Tecnología es vastísimo para la profesión administrativo-militar. El mayor desarrollo, importancia, extensión, etc., que en el ejercicio de dicha profesión muestran determinadas industrias propias de la Administración Militar, tales como las de subsistencias, acuartelamiento y transportes, son causa de que para su debido y prolijo conocimiento resulte indispensable estudiarlas con toda extensión y separadamente de otras menos preferentes por razón de sus aplicaciones ú otras causas. Así, pues, y preescindiendo en estos apuntes del estudio de las citadas industrias principales de la Administración Militar, toda vez que



aún consideradas como partes integrantes de la Tecnología, reclaman tratados particulares y tienen lugar independiente en la série de los estudios tecnológicos, nos ocuparemos aquí de estudiar de una manera puramente descriptiva las generalidades de las industrias que no siendo de inmediata aplicación forman la base de otras cuya posesión está encomendada al Cuerpo ó pueden servir á éste en determinados casos.

V. Por esta razon no podemos hacer un estudio completo de las artes industriales, ni subordinarnos á ninguna de las clasificaciones adoptadas en la ciencia, pero como suponemos conocidos los elementos indispensables que habrán facilitado las matemáticas, mecánica, física y química, que son las fundamentales á que antes hemos aludido, entraremos desde luego en la descripción de los procedimientos empleados en las industrias que más convengan á nuestro objeto como base de estudios posteriores.

Empezaremos por conocer cuanto pueda relacionarse con los motores y máquinas de aplicación común y los órganos de diferentes funciones dentro del mecanismo de las máquinas. Una vez explicados estos

extremos, estudiaremos las industrias por monografías ó capítulos separados, que es el método de mejor resultado al tener que fraccionar la Tecnología. (*)

(*) *La imposibilidad de poder dotar á estos apuntes de láminas que faciliten la explicación de aparatos, nos obliga á extendernos poco en la descripción de los mismos. Por esta razón nos limitaremos á los más esenciales, y aún dentro de estos á sus elementos más importantes, prescindiendo de mecanismos y detalles que solo conducirían á hacer oscuras las descripciones.*



PRIMERA PARTE.

MOTORES Y MÁQUINAS.

MOTORES



PRIMERA PARTE. I. - Principios generales de los motores.
II. - Motores de vapor. III. - Motores de gasolina.
IV. - Motores de petróleo. V. - Motores eléctricos.
VI. - Motores de fuerza hidráulica. VII. - Motores de fuerza eólica.
VIII. - Motores de fuerza animal. IX. - Motores de fuerza humana.
X. - Motores de fuerza atómica. XI. - Motores de fuerza nuclear.
XII. - Motores de fuerza solar. XIII. - Motores de fuerza geotérmica.
XIV. - Motores de fuerza maremotriz. XV. - Motores de fuerza ondomotriz.
XVI. - Motores de fuerza maremotriz y maremotriz.
XVII. - Motores de fuerza maremotriz y maremotriz.
XVIII. - Motores de fuerza maremotriz y maremotriz.
XIX. - Motores de fuerza maremotriz y maremotriz.
XX. - Motores de fuerza maremotriz y maremotriz.

1. - Principios generales de los motores.
2. - Motores de vapor.
3. - Motores de gasolina.
4. - Motores de petróleo.
5. - Motores eléctricos.
6. - Motores de fuerza hidráulica.
7. - Motores de fuerza eólica.
8. - Motores de fuerza animal.
9. - Motores de fuerza humana.
10. - Motores de fuerza atómica.
11. - Motores de fuerza nuclear.
12. - Motores de fuerza solar.
13. - Motores de fuerza geotérmica.
14. - Motores de fuerza maremotriz.
15. - Motores de fuerza ondomotriz.
16. - Motores de fuerza maremotriz y maremotriz.
17. - Motores de fuerza maremotriz y maremotriz.
18. - Motores de fuerza maremotriz y maremotriz.
19. - Motores de fuerza maremotriz y maremotriz.
20. - Motores de fuerza maremotriz y maremotriz.

MOTORES.

I

SUMARIO.—I.—Fuerzas; fuerzas instantáneas y continuas.—II.—Trabajo mecánico; kilográmetro; caballo de vapor.—III.—Causas capaces de producir fuerza; sangre, gravedad, velocidad adquirida, calor, acciones químicas y eléctricas.—IV.—Motores; máquinas motrices; principios de la mecánica aplicables á las máquinas; trabajos motor y resistente.—V.—Receptores.—I.—Dinamómetros; modelos de tracción, rotación y freno dinamométrico.

I. Se dá el nombre de *fuerza* á toda causa capaz de producir ó modificar un movimiento. Entre los elementos necesarios para determinar una fuerza, figuran como principales los siguientes:

1.º Su intensidad, que expresa la relación con otra fuerza tomada por unidad.

2.º Su punto de aplicación, ó sea el lugar sobre el que ejerce inmediatamente su acción.

3.º Su dirección, ó sea el sentido en el cual debe moverse un cuerpo.

Se dice que la fuerza es *instantánea* cuando reacciona sobre un cuerpo durante un momento infinitamente corto como sucede en el caso de las explosiones, choques, etc.; y es *continúa* cuando repite sin cesar su efecto; resultando de aquí que la primera produce un movimiento rectilíneo uniforme, y la segunda un movimiento variado.

II. Llámase *trabajo* de una fuerza al producto de su intensidad por el camino recorrido desde el punto de aplicación; midiéndose aquella en kilogramos y ésta en metros. Este trabajo llamado también *momento de actividad*, *efecto dinámico*, etc., se mide por la unidad *kilográmetro* que es el esfuerzo necesario para elevar un kilogramo de peso á un metro de altura en un segundo de tiempo. Para evaluar el trabajo de una fuerza, se hace preciso tomar el factor tiempo en mayor escala ó duración, y á este fin se ha aceptado como unidad el *caballo de vapor* equivalente á 75 kilográmetros. Si la fuerza desarrolla su acción en un segundo perfectamente apreciable, para evaluar el trabajo en kilográmetros basta elevar á 75 el número de kilogramos levantados ó de metros recorridos.

Esta medida en caballos de vapor, ha sido aceptada por la generalidad, sin que resulte su nombre ina-

propiado. En teoría, si se supone una locomotora con fuerza de 100 caballos, recorriendo en 12 horas una distancia determinada, desarrollará igual fuerza, que la que se produciría si en el punto de llegada se arrollase á un tambor de diámetro correspondiente, una cuerda que arrastrase al vehículo, y que fuera arrollada por el esfuerzo de sangre producido por 100 caballos, siempre que el diámetro del torno compensase la velocidad.

III. Las fuerzas se producen por diferentes medios, y los que la industria utiliza para el movimiento de las máquinas son; los esfuerzos de sangre en los motores animados, la gravedad, la velocidad adquirida, el calor, las acciones químicas y las eléctricas.

Los motores animados no pueden trabajar de una manera continúa. La fatiga hace necesario el descanso, y en igualdad de trabajo durante un tiempo limitado, producen menor resultado que otros motores. Su única ventaja está en variar á voluntad el esfuerzo y la velocidad y en trasladarse fácilmente de un punto á otro.

El peso de los cuerpos sólidos y líquidos pasando de un nivel determinado á otro inferior, produce una fuerza motriz frecuentemente empleada. Los cuerpos sólidos son poco susceptibles de producir un trabajo

continuo, así es que su uso queda reducido solamente á producir choques, (máquinas de clavar pilotes) ó á procurar la posición primitiva en las piezas desplazadas por otra fuerza (contrapesos). En cambio, los líquidos resbalando por diferencia de nivel, producen un esfuerzo motriz de uso muy general y de grandes resultados (ruedas, turbinas, etc.)

El aire moviéndose en una dirección determinada puede hacer que se muevan algunos órganos puestos á su paso. Las velas de un buque ó las aspas de un molino de viento son, por lo general, los intermediarios que se emplean para trasladar al navío ó á los elementos del molino, la fuerza desarrollada por la velocidad adquirida. La acción de este motor, no es muy uniforme; su duración é intensidad se hallan sometidas á causas imprevistas, y las variaciones de superficie que se puede hacer sufrir á las velas, no atenuan mas que imperfectamente las irregularidades y cambios de dirección del motor. De aquí que su uso quede limitado á las operaciones que no exigen gran regularidad de movimientos, y que pueden soportar largas detenciones.

La pendiente del lecho en los ríos ocasiona un movimiento del líquido en sentido de dicho desnivel, y cuando el agua se escapa por una abertura situada en la parte inferior de su depósito, la presión que ejerce

sobre el orificio de salida es igual á la superficie de este orificio multiplicada por la altura vertical de la columna líquida que haya encima de la abertura.

El ejemplo más notable del calor como origen de fuerza motriz está en las máquinas de vapor; el líquido vaporizado en ellas no es mas que el agente intermedio que desde la caldera conduce el calor al cuerpo de bomba. Los motores hidráulicos y los de viento tienen sobre los del calor la inmensa ventaja de la economía, pero el empleo de estos se hace cada vez más frecuente por ser susceptibles de establecerse donde fueren necesarios, por ser fácil su construcción con la potencia necesaria, y por lo continuo y regular de sus funciones. Las llamadas máquinas de *gas*, así como las de aire caliente tienen el calor como origen de su fuerza, y los resultados económicos que acusan, han hecho que la práctica les dé su preferencia. El calor es, en resúmen, la fuente original de todas las fuerzas, sea cual fuere el modo de determinarse. En la fuerza animal su acción es irrecusable, porque el fenómeno de la vida no se produce sin la respiración, y esta no es otra cosa que una combustión originada por el oxígeno del aire en el interior del aparato respiratorio del sér viviente. Los vientos, ó corrientes atmosféricas son causadas por el aumento ó disminución de temperatura en las

capas de aire situadas sobre los puntos del globo y sometidas á cambios, periódicos ó accidentales, de calor. Las corrientes de agua existen porque el calor solar evaporando grandes cantidades del líquido en la superficie de los mares ó lagos, dá lugar á formación de nubes, que arrastradas por las corrientes de aire, llevan á todos los puntos de la tierra el agua, que merced á la inclinación de los terrenos desciende de nuevo hácia el depósito primitivo. La fusión de los hielos y nieves que durante el estío alimentan gran número de ríos, es igualmente una consecuencia del calor solar. Los fenómenos eléctricos y las combinaciones químicas que en ciertos casos producen una fuerza, tienen el calor por punto de partida, pues no hay ningun cambio de este género que no vaya acompañado de producción ó absorción de dicho agente. Por el calor los cuerpos aumentan de volúmen, y por el enfriamiento se contraen, dando estos dos efectos origen á una fuerza que ningun obstáculo puede resistir. Una barra metálica calentada se romperá si se halla detenida de tal modo que el aumento de volúmen no pueda hacerse libremente. El fenómeno de la congelación del agua dá lugar á un aumento del volúmen primitivo del líquido, y este aumento como el debido á la dilatación de cuerpos sólidos por el calor, produce una fuerza capaz

de romper los obstáculos que se opongan á sus manifestaciones. La aplicación de esta fuerza á los usos industriales es muy limitada por lo mismo que solo se produce muy lentamente.

La pólvora es una mezcla de materias sólidas, que una vez en combustión, se transforma por virtud de una combinación química en una serie de gases explosivos, cuya fuerza de dilatación extraordinariamente poderosa, produce un trabajo utilizable de diferentes maneras, bien para romper rocas entre las que la pólvora se aprisiona, bien para lanzar proyectiles á grandes distancias. Si en el empleo de la fuerza de dilatación ó contracción por el calor hallamos el inconveniente de la lentitud en el efecto, en el uso de las mezclas explosivas sucede todo lo contrario, pues la acción es instantánea y difícil de regular. De aquí el que, los ensayos hechos para producir el movimiento de vaivén del piston en los cilindros por medio de explosiones sucesivas, no hayan dado hasta el día resultados muy satisfactorios con la pólvora, pero sí con otras mezclas, cuyos efectos de combinación se pueden graduar.

La electricidad, como el calor, no nos es conocida mas que por sus efectos inmediatos; todo cuanto se puede decir de ella, es que produce un trabajo industrial con la ayuda de las máquinas llamadas *electro-*

ESTABLECIMIENTO CENTRAL
DE
INTELECCION
BIBLIOTECA

magnéticas. Si se hace circular alrededor de una barra de hierro la corriente de una pila voltáica en actividad, arrollando muchas veces sobre la barra el hilo conductor, esta se imanta y atrae un trozo de hierro. La imantación cesa inmediatamente si la corriente se interrumpe, y la barra vuelve á su estado primitivo dejando caer el trozo de hierro. Se podrá, pues, provocar su elevación ó caída, es decir, un movimiento de vaivén como el de un piston de una máquina de vapor y transmitir este movimiento á un árbol. Tal es, sucintamente, la explicación del origen de un motor electromagnético.

IV. Á todas estas causas capaces de producir fuerza se las denomina en general *motores*. Estos motores reaccionan directamente ó por el intermedio de una máquina que transmite la acción y que en este caso se llama *máquina-motriz*. Es muy común confundir el motor con la máquina y ambas cosas están, sin embargo, perfectamente diferenciadas. En un establecimiento de motor hidráulico, el motor es el agua, y la máquina es la turbina ó rueda que recibe la acción del líquido; en una locomotora, el motor es el vapor generado en la caldera, y la máquina, el cuerpo de bomba que puesto en relación con otros órganos, trans-

mite, regulariza y dirige el movimiento del aparato. La máquina no puede funcionar sin la intervención del motor, puesto que todo movimiento resulta de la acción de una fuerza.

Considerando superficialmente los resultados producidos por una fuerza empleada con el auxilio de las máquinas simples, como la palanca, ó compuestas, como una de vapor, se cae generalmente en el error de creer, que el aparato duplicando ó triplicando la fuerza, aumenta el trabajo en la misma proporción. Por ejemplo: un hombre eleva un peso de 100 kilogramos á la altura de dos metros en un segundo, pero no pudiendo desarrollar mas esfuerzo por la potencia de sangre, eleva sin embargo 1.000 kilogramos en el mismo tiempo con el auxilio de una palanca. Examinando detalladamente este segundo aspecto quedará comprobado que el peso de 1.000 kilogramos se ha elevado solamente á dos decímetros, y por consiguiente en el primer caso el trabajo en kilográmetros será $100 \times 2 = 200$; y en el segundo, $1.000 \times 0'2 = 200$. De aquí, que nunca deban olvidarse los siguientes principios de mecánica:

1.º Las máquinas, simples ó compuestas, que reciben la acción de una fuerza, no pueden aumentar el trabajo total de la misma fuerza aplicada directamente

en igual período de tiempo, sino que por el contrario, el trabajo se disminuye por los frotamientos de árboles, correas, poleas, etc., que componen el sistema y por el esfuerzo necesario para poner en función los órganos.

2.º Empleando una máquina, lo que se pierde en velocidad, se gana en fuerza.

3.º Lo que se gana en velocidad, se pierde en fuerza.

Antes de entrar en la descripción detallada de las máquinas motrices, se hace preciso recordar algunas definiciones y conceptos de la mecánica.

Las fuerzas que tienden á aumentar la velocidad de los cuerpos sobre los que se aplican se llaman *fuerzas motrices*, y su trabajo, *trabajo motor*. Las que tienden á disminuir esa velocidad se denominan *fuerzas resistentes*, y á su trabajo *resistente*. Este último se compone de resistencias *pasivas* y *útiles*. Cuando una máquina funciona los trabajos motor y resistente son rigurosamente iguales; y en el resistente se distingue el *útil* empleado en el efecto que se quiere producir, y el de las *resistencias pasivas*, como son el frotamiento de las piezas fijas y el peso de las móviles.

El trabajo útil es siempre menor que el motor, pero el de las resistencias pasivas nunca es nulo. En las me-

jores máquinas el efecto útil no es mayor que las $\frac{3}{4}$ ó $\frac{4}{5}$ del trabajo motor, y á esta relación se la llama *rendimiento* de la máquina.

V. No suele ser frecuente que las máquinas simples estén siempre en disposición de producir el efecto que se desea, y lo más general es emplear un sistema mecánico compuesto de palancas, planos inclinados, ruedas dentadas, etc. Entónces, el órgano que directamente recibe la acción de la fuerza se llama *receptor* (aspas de un molino, piston de un cilindro, etcétera), y el que la recibe en último término por medio de transmisiones y la utiliza según el fin propuesto, es el *operador ó útil* (muclas de un molino, ruedas de una locomotora, etc.) Siendo conocidas la dirección é intensidad del movimiento inicial y estando propuestas las del final, queda por combinar la forma y juego de los órganos intermedios ó sea establecer la *transmisión de los movimientos*. Antes de conocer cuales son los órganos que en las máquinas llenan esta misión, conviene saber, que los movimientos son de cuatro clases:

Rectilíneo continuo siguiendo una línea recta en el sentido horizontal, vertical ó inclinado. (Un cuerpo que resbala en plano inclinado, otro que cae siguiendo la acción de la gravedad, etc.)



Rectilíneo alternativo ó de vaivén, siguiendo también la línea recta. (El piston de un cuerpo de bomba.)

Circular continuo. (Rueda que gira con un árbol, ruedas dentadas, etc.)

Circular alternativo, llamado también *oscilante*. (Balancín, péndulo, etc.)

VI. Vamos á entrar desde luego en el estudio de los órganos de diferentes clases que transmiten estos movimientos, transformando, dirigiendo y regularizando la fuerza producida por un motor, pero como ya hemos apuntado anteriormente la idea del trabajo mecánico, y este es un dato muy precioso en las máquinas motrices, completaremos el estudio de los motores con una ligera descripción de los aparatos más usados para apreciar su trabajo aplicado á las máquinas. Estos aparatos llamados *dinamómetros* son de dos clases; unos que solamente dan la medida de la fuerza, y otros que permiten evaluar el trabajo mecánico. Los del primer género son simplemente unos resortes cuyas flexiones, bajo el esfuerzo de pesos conocidos, han sido graduadas de modo que puedan servir de medida para algunas fuerzas; y los del segundo género permiten apreciar el camino recorrido por el punto de aplicación de la fuerza ensayada. Estos últimos dan una medida

exacta de la potencia de máquinas y motores, pudiendo con ellos apreciarse la tracción de carruajes, navíos, locomotoras, etc., sin mas que intercalar el aparato entre la fuerza y la resistencia. Pueden ser de diferentes clases y entre ellos describiremos un modelo de cada uno de los tipos de tracción, rotación y frenos dinamo-métricos.

El dinamómetro de tracción, modelo *Poncelet*, está formado por dos láminas de acero unidas en sus extremidades por dos charnelas. Las láminas estan dispuestas de tal modo que pueden aproximarse ó separarse por el aumento ó disminución de esfuerzo que se ejerza sobre un mango fijo á una de ellas, y al cual se aplica la resistencia. Para que este esfuerzo quede grabado, al extremo del mango existe un punzon ó lapicero que vá marcando sobre un papel una curva ó diagrama cuyas ordenadas representan las tracciones del motor ó máquinas, y cuyas abscisas marcan el camino recorrido. El papel sobre el que se vá marcando la curva, se arrolla sobre dos carretes que reciben su movimiento por medio de una correa sin fin que pasa por el eje del vehículo cuya tracción se ensaya.

El dinamómetro de rotación se aplica á la medida de la fuerza en las máquinas fijas. Consta de un eje horizontal sostenido por dos coginetes sólidamente suje-

tos al terreno por medio de unos soportes. Este eje lleva tres poleas destinadas á recibir otras tantas correas sin fin; la primera polea es loca, la segunda fija, y la tercera está sujeta por medio de dos resortes implantados en el árbol y dirigidos según los radios. El aparato se intercala entre la fuerza y la resistencia, ó sea entre el árbol de la máquina motriz y el de la que se trata de poner en movimiento. La correa colocada sobre la polea loca se traslada á la fija, y de este modo se pone en movimiento el eje del dinamómetro, al mismo tiempo que recibiendo la tercera polea la correa de la máquina cuya resistencia se vá á vencer, es arrastrada aquella por efecto de que los resortes ceden al esfuerzo. Una de las láminas que forman estos resortes, está provista de un lapicero perpendicular al plano de la polea y por sus separaciones con relación á la posición inicial puede marcarse la medida de tensión del resorte. Este lapicero describe una línea sinuosa sobre una cinta de papel que vá desarrollándose con una velocidad proporcional á la del árbol.

El freno dinamométrico de Prony, está destinado como el anterior á determinar la medida de las fuerzas en las máquinas motrices fijas. El árbol del movimiento está sujeto por una brida de hierro y una palanca de cuyo extremo pende un platillo destinado á sopor-

tar cierto peso. En las máquinas motrices la fuerza se emplea por entero en hacer girar el árbol, cuyo movimiento es enseguida transmitido y transformado por diferentes procedimientos, y el trabajo de las máquinas consiste siempre en vencer ciertas resistencias evaluadas en peso, que pueden todas referirse á una sola fuerza de rozamiento para apreciarlas en una operación única. Pues bien, colocado el árbol entre el collar de hierro y la palanca, se establecen los contactos por medio de pernos de madera, echando entre las superficies agua ó arena para aumentar el rozamiento. Se pone en movimiento la máquina, con lo cual el árbol girará empleando el motor toda su fuerza en vencer la resistencia del frotamiento; pero como esta resistencia está representada por los pesos colocados en el platillo para hacer que quede la palanca en posición de equilibrio, el trabajo de la máquina será igual al producto que resulte multiplicando los pesos del platillo por la velocidad que tendría el extremo de la palanca si el freno girase con el árbol. Esta velocidad se obtiene multiplicando la del árbol por la relación del brazo de la palanca al radio del eje, ó lo que es igual;

$$f = 2 \pi r n \times pb$$

en cuya fórmula, f es la fuerza, r el radio del árbol,

n el número de vueltas por unidad de tiempo, p el peso equilibrante, y b el brazo de la palanca.

Los dinamómetros facilitan notablemente la evaluación de la potencia en los motores, pero no constituyen el único medio de comprobarla, puesto que puede conseguirse también por medio del cálculo ó por la comparación. El primero de estos dos métodos supone un conocimiento profundo de las matemáticas y de las leyes que rigen las fuerzas y resistencias, y el segundo requiere una gran experiencia, que aún poseyéndola no dá más que una idea aproximada de la fuerza en máquinas de un sistema parecido.

II

ÓRGANOS DE LAS MAQUINAS.

SUMARIO.---I.---Diferentes clases de órganos.---II.---

Órganos de transmisión de los movimientos; árboles ó ejes, tornillo, polea, cuerdas, correas y cables sin fin, cadenas, cilindros y conos de fricción, ruedas dentadas, linternas, cremallera, rosca sin fin, juntas, embragues, encliquetages.---III.---

Órganos de transformación de los movimientos: ruedas, biela, manivelas, topes, excéntrica, rueda de camas.---IV.---

Órganos de dirección de los movimientos; rails, charnelas, sectores, guías, coginetes y soportes.---V.---

---Órganos de regularización de los movimientos; volantes, reguladores, frenos.---VI.---

Órganos de reacción.---VII.---

Velocidades en los engranajes.---VIII.---

Resistencia de los materiales.

I. En el estudio de las industrias hemos de referirnos algunas veces á los aparatos empleados en los talleres y fábricas, para producir efectos útiles á la transformación de las diferentes sustancias utilizadas por el hombre para satisfacer sus necesidades y deseos, y como además de alterar el orden de las descripciones, sería muy prolijo detenernos en la explicación de

las máquinas motrices usadas en cada industria, lo haremos ahora con carácter general, dejando para las monografías una mera referencia á las máquinas que estudiemos en esta parte.

Ante todo, para evitar que incurramos en el defecto que hemos censurado de confundir las palabras motor y máquina, haremos constar que si en la descripción de aparatos ó conjunto de órganos, hablamos de motores, es por seguir la práctica de nombrar de este modo á las máquinas motrices que reciben directamente la acción del motor. De esta manera, en vez de máquinas de vapor, de gas, eléctricas, etc., llamaremos motores de vapor, de gas, eléctricos, etc., á las máquinas motrices que recibiendo de un modo directo la fuerza del motor, la transmiten despues.

Las máquinas motrices propiamente dichas se reducen á un mecanismo muy sencillo la mayor parte de las veces, pero como la fuerza recibida es preciso transformarla, dirigirla y aplicarla de modo ventajoso, con la máquina motriz se relaciona un conjunto de aparatos y mecanismos con funciones diferentes, á los cuales se les denomina *órganos de las máquinas*. Estos órganos ó piezas materiales se clasifican segun el uso á que están destinados en los siguientes grupos:

1.º Órganos de transmisión.

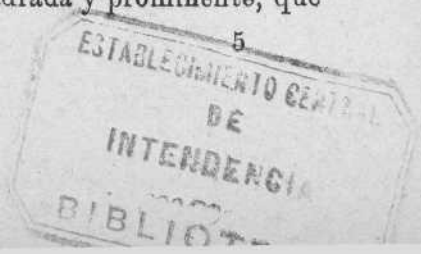
- 2.º Órganos de transformación.
- 3.º Id. de dirección.
- 4.º Id. de regularización.

ÓRGANOS DE TRANSMISIÓN DE LOS MOVIMIENTOS.

II. En este grupo pueden incluirse los árboles ó ejes, tornillos, poleas, cuerdas, correas y cadenas sin fin, ruedas dentadas, roscas, juntas, embragues, encliquetages y otros muchos.

Los *ejes ó árboles de transmisión* están formados por barras de hierro ó madera de forma cilíndrica ó prismática, que se colocan horizontal ó verticalmente. Las extremidades de los árboles están constituidas por prismas ó cilindros de menor diámetro que los ejes, y á estas extremidades se les denomina *muñones* si el árbol es horizontal, y *gorrones* si es vertical. Los primeros se apoyan en los *coginetes ó almohadillas*, piezas de bronce que rodean al muñon y forman cuerpo con el *soporte* de una resistencia proporcionada al esfuerzo del árbol; y los segundos se apoyan en el *tejuelo* ó pieza de acero sujeta en el fondo de otra de hierro ó madera (*quicionera*).

El *tornillo ó rosca* es un cilindro recto y macizo de madera ó hierro cuya superficie está rodeada de una hélice ó espiral, angular ó cuadrada y prominente, que



se llama *filete ó espira*. El espacio comprendido entre dos espiras se denomina *paso de la rosca*. Al tornillo acompaña una pieza horadada llamada *tuerca*, en cuyo hueco hay una *ranura ó caja* que corresponde al filete del tornillo, de modo que la espiral en relieve de este encaje en la ranura de la tuerca. Cuando este órgano se utiliza para el movimiento de las prensas, se le dá el nombre de *husillo*.

La *polea ó garrucha* es un disco ó cilindro de poca altura con la llanta lisa ó hendida en forma de *garganta ó carril* para aplicar una cuerda. La polea puede girar alrededor de un eje colocado en su centro y que se apoya en unas *chapas ó armas*, ó en unos coginetes. Se dice que es *fija* la polea cuando solo gira alrededor de su eje, y *móvil* cuando además de este movimiento se eleva ó descende con el peso. *Loca* es la polea que resbala alrededor del eje pero sin tener con este adherencia.

Quando se quieren obtener varios esfuerzos ó uno solo de gran intensidad se dispone un sistema combinado de poleas, al cual se le llama en este caso *tròcula ó polipastro*. (*)

(*) La teoría, efectos, fuerza desarrollada, etc., de este órgano, así como el de otros muchos que sucesivamente iremos describiendo, pueden verse explicados en cualquier obra de Física.

Si la polea aumenta de grueso, y el disco se transforma en un cilindro ó tronco de cono, el órgano toma el nombre de *tambor*.

Las poleas de pequeño diámetro son macizas, y las de mayor diámetro constan de un *cubo*, unos *rádios* y una *corona*.

Se llaman *cuerdas*, *correas* y *cables sin fin*, á los que tienen unidos sus extremos formando un solo cuerpo sin solución de continuidad. La materia de que están formados estos órganos es la crin, esparto, cuero, telas fuertes, goma elástica, etc., y realizan las transmisiones fijándose sobre los árboles motor y movido unas poleas sobre las cuales se tienden las cuerdas y cables que penetran en la garganta para que se coloquen bien, ó sobre la superficie cilíndrica, algo convexa, si se utilizan las correas.

Cuando la tensión de las cuerdas, cables ó correas es insuficiente para producir el movimiento por la adherencia contra las poleas, se usan los *rodillos tensores*, que son grandes pesos que se apoyan sobre una de las ramas de la cuerda y la obligan á formar un ángulo aumentando el rozamiento.

Cuando la máquina movida haya de recibir diferente velocidad que la motriz, las poleas que reciben las cuerdas, correas ó cables son de diferente diámetro,

ó se disponen en forma tronco-cónica contraponiendo los diámetros de tal modo que su suma en ambas sea constante.

Si se quiere que el movimiento de las poleas sea en el mismo sentido se disponen las ramas de la correa ó cuerda en dirección paralela una de otra, pero si se quiere el movimiento en sentido opuesto basta cruzar las ramas.

Por lo general sobre el árbol movido y al lado de la polea fija se dispone otra loca del mismo diámetro, que sirve para hacer cesar el movimiento de la máquina sin detener el motor, para lo cual no hay más que hacer correr la cuerda cable ó correa por medio de una horquilla, y queda apoyada en la polea loca que en este caso girará, pero como no tiene adherencia con el árbol éste quedará en reposo.

Las *cadenas* son órganos que se utilizan mucho para transmitir los movimientos en línea recta, arrollándolas alrededor de ejes ó tambores. Hay diferentes clases de cadenas; las comunes de eslabones móviles en todos sentidos y las llamadas *mecánicas* de *Gall* y de *Vaucanson*, cuyos eslabones solo se mueven en el sentido de la longitud engranando con los dientes de una rueda. Ambas presentan los inconvenientes de que dan lugar á una pérdida considerable de fuerza,

se gastan pronto, y si la velocidad aumenta brusca-mente se rompen con mucha facilidad.

Cuando el árbol que se quiere mover está situado á una distancia muy pequeña del árbol motor, se transmite el movimiento por simple adherencia de poleas, tambores ó cilindros forrados de cuero á los que se llaman *cilindros de fricción*; y si la transmisión se ha de hacer entre árboles que formen ángulo se verifica de un modo análogo por los *conos de fricción*.

Si la fuerza que ha de transmitir el árbol es muy considerable se usan las *ruedas dentadas*, planas ó cónicas, que son discos que presentan en toda su corona una série de partes salientes llamadas *dientes*, alternando con huecos, de tal modo dispuestos que los dientes de una de las ruedas entren fácilmente en los huecos de la otra y vice-versa. Generalmente las ruedas suelen engranarse para producir movimientos diferentes, en cuyo caso tienen diámetro distinto, llamándose *piñon* á la rueda de menor diámetro. *Línea de los centros* es la recta que los une, y *paso* al arco de la circunferencia primitiva de la rueda que comprende un diente y un hueco.

Las ruedas dentadas cónicas ó de *ángulo* son las que no están colocadas en el mismo plano, y necesitan

por lo tanto tener los dientes cortados oblicuamente para que puedan engranar.

Muchas veces en lugar de emplear dos ruedas dentadas para que reciban el movimiento que les transmita otra tercera, se pone ésta en comunicación con una *linterna*, órgano compuesto de dos discos unidos por medio de barrotes que engranan con los dientes de la rueda motriz.

Dos ruedas dentadas puestas en comunicación inmediata giran en sentidos opuestos, y cuando el movimiento deba ser en el mismo sentido, ó bien se procura que el engranaje sea interior, ó se coloca entre ambas otra rueda que se llama *parásita*.

Las ruedas dentadas planas ó cónicas se construyen de hierro dulce, fundición, cobre, acero, etc., y algunas veces los dientes son de madera empotrada en el disco metálico. Estos dientes tienen la ventaja de dar un movimiento suave, y ser de fácil reemplazo en caso de ruptura, pero se gastan con rapidez.

La *cremallera* es un sistema de transmisión, que se produce combinando las ruedas con una barra dentada.

La *rosca sin fin* es también una combinación de rueda dentada y tornillo que solo presenta algunas

espiras. Con este órgano se transmiten movimientos suaves.

La transmisión directa de árboles que forman cierto ángulo se puede establecer por medio de las *juntas*.

Al efecto los dos árboles se terminan en horquillas semi-circulares que se unen por medio de una cruz metálica. De este modo, al girar un árbol hace que la cruz ó molinete entre en rotación y arrastre en su movimiento al segundo árbol. Advertimos que este órgano no puede emplearse con ventaja si los árboles forman entre sí un ángulo demasiado cerrado.

Los *embragues* sirven para transmitir el movimiento de un árbol á otro colocado en la prolongación del primero. Los embragues *fijos* son unos manguitos metálicos que pueden resbalar longitudinal, pero no transversalmente sobre el árbol motor, de modo que haciéndole correr sobre el eje que ha de moverse, éste gira. Los embragues *móviles* tienen el manguito dividido en dos partes; una fija invariablemente sobre el árbol motor y otra que puede resbalar longitudinalmente sobre el árbol que se ha de mover. La unión de estas dos partes se hace por medio de *nuecas* ó *dientes* que encajan perfectamente. Para establecer ó suspender el contacto y engranaje de estos dientes, una de

las dos partes tiene una garganta á la cual se une una horquilla movida por medio de una palanca.

Los *encliquetajes* son unos órganos muy usados en la relojería y en la elevación de pesos. Se componen de una rueda con dientes triangulares é inclinados en una misma dirección, y de una uña independiente de la rueda, pero que no permite que ésta gire más que en un sentido por ejercer su acción sobre los dientes. Arrollando al eje de la rueda una cuerda que soporte un peso, éste ascenderá cuando aquella gire, pero no podrá descender mientras la uña no se separe de los dientes.

ÓRGANOS DE TRANSFORMACIÓN DE LOS MOVIMIENTOS.

III. Pueden figurar entre ellos las ruedas y rodillos, biela, manivela, topes, camas, excéntricos y otros.

Las *ruedas* y *rodillos* son los órganos de transformación más antiguos, los más útiles y los más vulgarmente aplicados en el cambio del movimiento rectilíneo en giratorio. Se distinguen dos especies de ruedas; las libres que giran alrededor de un eje fijo como en los carros, y las fijas á un eje libre, como en los wago- nes. Unas veces son macizas y otras huecas, compo-

niéndose en este último caso de un *cubo*, varios *rádios* y una *pina* reforzada exteriormente de una *llanta*.

Los *rodillos* son cilindros de hierro, piedra ó madera que sirven para hacer resbalar objetos pesados.

Para transformar el movimiento rectilíneo alternativo en circular continuo y vice-versa, se emplean la *biela* y *manivela*, sobre todo en las máquinas de vapor y gas para comunicar el movimiento del émbolo al árbol motor.

La *biela* es una barra de hierro unida por un extremo al vástago del émbolo por medio de un gozne y terminada por el otro extremo en forma de horquilla.

La *manivela* es una pieza de hierro ó fundición de poca altura con relación á su grueso, que tiene dos taladros circulares en sus extremos; por medio de uno de ellos se fija sobre el árbol, y el otro se introduce en la horquilla de la *biela*.

Los *topes* transforman el movimiento de rotación uniforme en rectilíneo alternativo, y consisten en una serie de uñas ó dientes colocados sobre el árbol motor, que tropiezan con un elemento igual situado sobre una barra movable que avanza ó retrocede según los choques.

Se llaman *excéntricos* á unos discos de metal que se fijan por un punto distinto de su centro, sobre el

árbol motor. En algunos casos se hace reposar sobre la llanta del excéntrico un árbol de transmisión, y éste adquiere un movimiento de vaivén producido por el circular que transmite el árbol sobre el que se encuentra fijo el excéntrico; y en otros casos éste se encaja dentro de un anillo ó collar del cual parten de puntos opuestos en su diámetro unas varillas que se unen al vástago que se ha de poner en movimiento.

La *rueda de camas* transforma el movimiento circular continuo en circular alternativo, y consta de un rodillo armado de salientes que al girar levantan y luego dejan caer una barra sujeta por un extremo, para que ésta produzca sobre un yunque golpes análogos á los descargados por un martillo.

ÓRGANOS DE DIRECCIÓN DE LOS MOVIMIENTOS.

IV. Entre otros varios son los principales las barras carriles, charnelas, sectores, guías, coginetes y soportes.

Las *barras carriles* ó *rails*, son órganos muy sencillos y pueden ser huecos como en los tranvías ó macizos como en los ferro-carriles.

Las *charnelas* son piezas metálicas que unen dos órganos destinados á girar en línea recta.

Los *sectores* son trozos de rueda que pueden girar

alrededor de su centro moviendo verticalmente un peso pendiente de una cuerda ó cadena que se sujeta al sector.

Las *guías* dirigen en línea recta el movimiento de un vástago. Unas veces se reducen á una placa taladrada por cuyo orificio pasa el vástago; y en otras ocasiones constan de dos barras paralelas de hierro que presentan unas muescas ó cajas por las que resbala la cabeza del vástago en su movimiento de vaivén.

Los *coginetes*, *soportes*, *tejuelo* y *quicionera* de que hemos hablado al tratar de los árboles, son órganos que dirigen el movimiento de éstos, tanto en su posición horizontal como en la vertical.

ÓRGANOS DE REGULARIZACIÓN DEL MOVIMIENTO.

V. Son éstos los llamados volantes, reguladores y frenos.

Los *volantes* son grandes ruedas de hierro fijas sobre el árbol motor, y sirven para almacenar la fuerza de la máquina que no se utiliza en el acto, con objeto de restituirla en parte en el momento en que se produce una detención. Se emplea principalmente este órgano para vencer los *puntos muertos*, que son los momentos en que la biela y la manivela están en línea recta ó superpuestas; en estos momentos se paralizaría

la marcha de la máquina si el movimiento adquirido por el volante no la continuara.

En algunas máquinas, sobre todo en las locomotoras, se sustituye el volante, fijando sobre el árbol dos manivelas unidas á otras tantas bielas con los movimientos encontrados de tal manera, que cuando un par se halle en punto muerto, el otro trabaje con toda la plenitud de su fuerza.

Los *reguladores de fuerza centrífuga* obran directamente sobre la válvula de admisión de la fuerza motriz ó sobre un embrague cuando el esfuerzo ha de ser muy considerable. Consisten estos reguladores en dos varillas de metal terminadas por un extremo en dos bolas y articuladas por el otro á un vástago recto que gira sobre sí mismo, y sobre el cual baja y sube un anillo puesto en comunicación con las bolas. En virtud de la fuerza centrífuga, cuando el movimiento del vástago es muy rápido, las bolas se separan, el anillo sube y arrastra consigo la válvula de admisión de fuerza, disminuyendo ésta. Lo contrario sucede cuando por disminuirse el movimiento de rotación del vástago las bolas se ponen verticales, pues entonces el anillo baja, abriendo por lo tanto las válvulas de admisión.

Los *frenos* son planchas ó arcos de hierro ó madera que se apoyan contra la llanta de una rueda puesta

en movimiento y según sea mayor ó menor la adherencia, gastan una cantidad de fuerza que pierde la rueda. Solo se les usa en casos extremos, porque emplean la fuerza inútilmente y desgastan con rapidez los órganos de contacto.

VI. Algunos aumentan á los cuatro grupos de órganos que hemos estudiado otro más que titulan de *reacción* ó sea los órganos que reaccionan por su elasticidad produciendo efectos en sentido inverso del primer movimiento, pero aquí prescindimos de su explicación porque en rigor no pueden ser considerados como órganos de las máquinas, sinó como acumuladores de fuerza.

VII. Las ruedas de engranajes, las poleas y los tambores, cuyo empleo es tan frecuente en las máquinas, al mismo tiempo que transmiten el movimiento, varían la velocidad en límites determinados.

Girando sin resbalar dos poleas, una contra otra, cada punto de la circunferencia de una viene á coincidir sucesivamente con cada punto de la circunferencia de la otra, y los arcos recorridos en el mismo tiempo son iguales. Luego si la primera circunferencia tiene un desarrollo doble de la segunda, esta última dará

dos vueltas mientras la primera solo dará una. Lo mismo sucederá con dos ruedas dentadas que engranen entre sí; si la una tiene cuarenta y ocho dientes y la otra doce, los dientes de la primera vienen sucesivamente á ponerse en contacto con los de la segunda, dando ésta cuatro revoluciones en el tiempo que la otra dá una.

Según esto los engranajes rectos y cónicos, como las poleas y tambores empleados para las transmisiones siguen las leyes comunes siguientes:

1.^a El número de dientes de dos ruedas en contacto es proporcional á las circunferencias ó á los rádios y diámetros de las ruedas. De modo que representando por N el número de dientes de una rueda de radio R , y por n el número de dientes del piñón de radio r , se tiene la proporción $N:n::R:r$, de dónde se puede deducir siempre una de las cuatro cantidades, conociendo las otras tres.

2.^a La velocidad de las ruedas, poleas ó tambores está en razón inversa del número de dientes ó de sus rádios. Representando por V la velocidad de rotación del árbol que lleva la pequeña rueda ó piñón de radio r , y por v la velocidad del árbol de radio R se tiene $V:v::r:R$ y además $V:v::n:N$.

Ambas leyes pueden resumirse en estas dos reglas: Cuanto mayor sea el radio de una rueda, mayor será

el número de dientes: Cuanto mayor sea el rádio ó número de dientes de una rueda, menor será su velocidad y recíprocamente.

VIII. El calcular de una manera precisa la resistencia que presentan las piezas sin riesgo de romperse ni alterarse, según los esfuerzos á que se hallen sometidas, es una de las cuestiones más difíciles de tratar en mecánica en razón de la poca homogeneidad de los cuerpos de la misma especie. No obstante, experiencias reiteradas sobre las diversas materias, han permitido obtener coeficientes numéricos y establecer reglas ó fórmulas por medio de las cuales se hallan para cada caso resultados medios que se pueden seguir sin peligro de separarse mucho de la verdad.

Son cuatro los casos en que pueden hallarse sometidos los cuerpos; 1.º al esfuerzo de tracción; 2.º al de compresión; 3.º al de flexión; y 4.º al de torsión.

Las reglas siguientes están establecidas para calcular la resistencia máxima que pueden soportar los cuerpos sin peligro de romperse ó alterarse.

Resistencia á la tracción.—Se llama cohesión directa de un sólido la fuerza que retiene las fibras para impedir que se rompan en el sentido de su longitud. El esfuerzo de tracción por el contrario, es la fuerza

que atrae á un cuerpo en el sentido de su longitud y tiende á operar la ruptura por separación de sus fibras. De aquí se deduce que la cohesión y el esfuerzo de tracción son dos fuerzas directamente opuestas, verificándose el caso de que la resistencia de un cuerpo á la tracción es tanto mayor, cuanto mayor sea también la superficie que presente dicho cuerpo en la sección transversal, de lo que se deduce como axioma que la resistencia de los cuerpos sometidos á este esfuerzo es directamente proporcional á su sección.

Resistencia á la compresión.—Se llama fuerza de compresión la que tiende á rechazar en el sentido de su longitud las fibras de la pieza sometida á su acción; resultando que como en el caso anterior la resistencia de los cuerpos sometidos al esfuerzo de compresión es proporcional á su sección transversal, pero teniendo en cuenta que para el de tracción se desprecia frecuentemente la longitud de la pieza con tal que el peso no pueda aumentar de una manera sensible el esfuerzo aplicado, mientras que en el de compresión influye en el coeficiente la longitud de la pieza.

Repitiendo las experiencias sobre un mismo material se han llegado á formar tablas que expresan los coeficientes de estos dos esfuerzos y teniéndolas á la vista ó acudiendo á ellas en caso necesario se resuel-

ven cuantos problemas se refieran á estas fuerzas, sin más que multiplicar la sección transversal de la pieza por el coeficiente de resistencia que indique la tabla para cada materia y modificado éste según la longitud cuando se trata de compresiones.

Resistencia á la flexión.—Se entiende por esta resistencia el esfuerzo que se opone á toda carga que trabaja en una dirección perpendicular á su longitud como se vé en los soportes, palanca, balancines, etc.

Los cuerpos pueden hallarse sometidos al esfuerzo de tracción de varias maneras, porque una pieza puede hallarse empotrada en la pared por una de sus extremidades y cargada por la otra con cierta cantidad de peso, puede hallarse sostenida en su centro y cargada por su extremidad, ó asegurada en sus extremidades y cargada en su centro ó en otro punto cualquiera de su longitud.

En el primer caso, la experiencia demuestra que puede aplicarse la fórmula

$$P = \frac{R \times ab^2}{6L},$$

en cuya expresión R es el coeficiente variable con la naturaleza del material, a la dimensión horizontal en centímetros de la sección transversal de la pieza, b la

dirección vertical de la misma sección y L la longitud total de la pieza.

En el segundo caso, ó sea cuando se halla sostenida en su centro y cargada en sus extremos, resiste á un esfuerzo doble del que resistiría empotrada, porque cada uno de los pesos obra como una palanca igual á la mitad de la longitud de la pieza; y lo mismo ocurre cuando descansando libremente en sus extremidades, se halla cargada en su centro.

Para estos dos casos se hará uso de la fórmula dada, cambiando el coeficiente que será doble.

Resistencia á la torsión.—Cuando dos fuerzas obran en sentido opuesto y tangencialmente á la superficie de un sólido cualquiera tendiendo á doblarle y haciéndole perder su forma, se dice que este sólido está sometido á la fuerza de torsión.

En las máquinas este esfuerzo se manifiesta en los árboles y se debe á la potencia que tiende á hacerle girar en un sentido y á la resistencia que se opone á su rotación. No se hallan sometidos todos los árboles al mismo grado de esfuerzo de torsión, y esto permite subdividirlos en tres clases.

La primera comprende los sometidos á grandes esfuerzos de torsión y que al mismo tiempo se hallan

cargados considerablemente con volantes, manubrios, ruedas hidráulicas, etc.

La segunda comprende los árboles que comunican sin choque con los primeros motores y que llevan grandes ruedas dentadas.

En la tercera clase se hallan comprendidos los árboles secundarios de transmisión que generalmente tienen poca carga.

Como en todos los casos los árboles resisten al propio tiempo los esfuerzos de torsión y presión, se debe buscar para su diámetro la dimensión correspondiente al mayor de estos esfuerzos, y dicho diámetro se deduce de la fórmula

$$D = \sqrt[3]{\frac{F}{N} \times c};$$

en la cual F es la fuerza de la máquina expresada en caballos, N el número de revoluciones por minuto y C el coeficiente variable para cada caso.



III

MOTORES DE SANGRE.

SUMARIO.--I.--Origen de la fuerza vital: su resultado práctico.--II.--Trabajo del hombre.--III.--Trabajo de los animales.

I. Antes de hacer la descripción sumarisima de los medios puestos en práctica para aprovechar la fuerza vital, conviene hacer algunas advertencias acerca de los motores animales considerados como verdaderas máquinas.

El origen inmediato de su trabajo está en la combustión de la sangre; el carbono é hidrógeno se quemán gracias al oxígeno del aire, y ayudados por el organismo. Esta combustión determina una producción de calor que se transforma en fuerza viva por medio de los músculos, siendo un asunto que está hoy perfectamente dilucidado el de que los motores animados son verdaderas máquinas de calor cuyo combustible es la sangre, y que obedecen bajo este aspecto á las leyes

de la estática y termodinámica. Es un principio de esta ciencia que en un sistema que no recibe acción alguna mecánica ó física de los objetos exteriores, la suma de la fuerza viva es constante, y que sólo cambia de fase, pasando de fuerza á calor y recíprocamente. Puede considerarse á un motor animado como sufriendo pequeñas pérdidas al exterior y formando con la máquina á que se aplica un sistema cerrado, en cuyo caso el trabajo del motor sumado con el de la máquina darán por resultado siempre una misma cantidad.

El origen y ley fundamental de los motores animados es el mismo que el de las máquinas térmicas, pero si atendemos á que los primeros exigen, en mayor escala que los inanimados, que no se fuerce su trabajo, y se examina que la complicación de sus órganos en movimiento ocasiona enormes pérdidas por resistencias pasivas, se comprenderá la necesidad de estudiar esta cuestión bajo el punto de vista práctico, utilizando sólo lo que la experiencia ha señalado como más conveniente.

II. El hombre puede servir como motor aprovechando su fuerza muscular ó el peso de su cuerpo, y á este fin, ó se vale de máquinas sencillas como el berbiquí, palanca, torno, cabrestante, etc., ó se utilizan

las llamadas ruedas de clavijas ó pedales. Todos estos esfuerzos suponen un trabajo que oscila entre 160.000 á 280.000 kilográmetros tomando por término medio el de ocho horas de duración al día. Como receptores para el trabajo del hombre son de uso muy frecuente los cestos y carretillas para el transporte horizontal de pesos.

III. Los que se aplican para el trabajo de los animales son muy limitados. Pueden referirse á dos principalmente; disponer un suelo móvil contra el que ejercen acción los piés del animal, estando el cuerpo sujeto á una viga fija, ó hacer por el contrario que mueva una palanca arrastrándola en un paseo circular y comunicando el movimiento á una rueda de eje vertical, como sucede en los malacates. El esfuerzo de tracción y carga, es de resultados tan variables que no consignamos ningún dato de trabajo útil producido por los animales, porque depende de la clase de suelo sobre el que se mueven, del aire á que trabajen y de otras varias circunstancias que hacen variar notablemente el resultado. Cuando sea necesario su conocimiento pueden consultarse los cuadros de trabajo medio en cualquiera obra que trate de esta materia.

Ya hemos dicho anteriormente que los motores

animales no tienen grandes aplicaciones en la industria, y como sus inconvenientes son muchos en cambio de su única ventaja de la facilidad de su traslación, suspendemos un estudio de resultados poco provechosos, bastando con lo dicho para formarse una idea del modo de funcionar estas fuerzas.

IV

MOTORES HIDRAÚLICOS.

SUMARIO.--I.--Fundamento de esta clase de motores; fuerza desarrollada por el agua.--II.--Determinación del volúmen de agua; sección de un canal ó río; velocidad de la corriente.--III.--Salto de agua--IV.--Presas; construcción de las de madera, sillería y automóviles.--V.--Canal de derivación; canal de descarga; canal de desagüe; canalizo.--VI.--Receptores hidráulicos.--VII.--Ruedas; rueda de paletas planas, anegadas, de paletas curvas y de cajones --VIII.--Turbinas; turbinas Thann, Fourneyrón, Fontaine y Jouval.--IX.--Ventajas é inconvenientes de las turbinas.

I. Los motores hidráulicos son conocidos desde la más remota antigüedad y constituyen uno de los agentes naturales más poderosos de que el hombre dispone para diferentes operaciones industriales.

El agua tiende á afectar en su superficie la forma horizontal llamada de *nivel*, que es plana para pequeñas dimensiones. Está además constantemente solicitada por la acción de la gravedad descendiendo por planos

inclinados mientras una barrera ú obstáculo no lo impida, y queda entonces en equilibrio toda la masa afectando su superficie la citada forma. Si en el intermedio se establece una rueda ó un aparato cualquiera que utilice la fuerza viva de esta agua corriente que tiende á buscar el equilibrio, tendremos un motor hidráulico.

Es, por lo tanto, la gravedad aplicada al agua lo que se aprovecha como fuerza motriz en las máquinas hidráulicas. Pero el agua que descende, aprovéchese ó nó su fuerza, pierde toda su acción desde el momento que llega al mar ó á un lago como término de su carrera, y es preciso que algún agente natural la vuelva á elevar á las montañas para que descendiendo por arroyos y ríos, sea nuevamente utilizada como fuerza motriz. Esta causa no es otra que el calor solar que evapora el agua esparcida por la tierra, la cual, condensada más tarde, descende en forma de lluvia alimentando los cáuces.

De aquí resulta que la causa definitiva de los motores hidráulicos es el calor, pero que la inmediata es la gravedad.

La fuerza motriz del agua solicitada por la gravedad puede considerarse de dos modos, que en el fondo son uno mismo; el agua corriendo por un lecho de

pendiente fuerte ó cayendo desde una altura ó *salto de agua*. Este es el caso más común, y á él nos referiremos principalmente.

El agua, como todo cuerpo, produce al caer un trabajo mecánico que es siempre producto de dos elementos; peso que cae y espacio que recorre. De aquí se deduce que la primera cuestión que habrá de examinarse es la de medición de la fuerza desarrollada por el líquido, para lo cual será preciso conocer la altura del salto y el volúmen del agua que cae en tiempo determinado.

II. El gasto de una cantidad de fluido que sale por un orificio ó hueco de cualquier forma y tamaño puede obtenerse midiéndole por cubos ó por cualquier otro medio durante un tiempo apreciable, por ejemplo cinco minutos, y dividiendo por el número 300 la cantidad de agua en litros que se obtenga. Este medio sólo es aplicable para pequeños gastos, pero para los grandes hay que apelar á otro más racional como es el determinar el volúmen geométrico del agua, para lo cual necesitaremos como factores, conocer el área del orificio de salida y la velocidad teórica del líquido, porque si suponemos que esté en su carrera vá solidificándose por capas sucesivas sin perder velocidad, resul-

tará que después de transcurrido un segundo de tiempo nos habrá quedado un sólido geométrico cuya base será la sección de salida, y cuya altura es la velocidad.

La sección del orificio de salida es sumamente fácil de determinar cuando este orificio se ha practicado en una compuerta, pues entonces queda reducida la operación á tomar directamente la medida del agujero y determinar su área por los más sencillos procedimientos de geometría; pero como lo general en el establecimiento de motores hidráulicos es que el agua corra por canales ó ríos de bastante dimensión, en ellos hay que determinar la sección del cáuce y la velocidad de la corriente. Si el canal es obra artificial de mampostería ó fábrica, su sección se determina midiendo la anchura de orilla á orilla y su profundidad desde el nivel de agua hasta el fondo; se multiplican estas dos dimensiones y se tiene el área de la figura geométrica.

Pero si no tiene esa forma regular, que es el caso común en los ríos, arroyos y canales naturales, el procedimiento es otro, tal como lo vamos á describir. Se tiende de una á otra orilla una cuerda dividida por medio de nudos en cuatro ó cinco porciones de igual longitud, y desde cada una de estas señales se sondean las profundidades hasta el lecho del río, y trasladando al papel las figuras y dimensiones tomadas, resultará

una série de trapecios unidos, cuyos lados paralelos serán las profundidades, las bases las porciones de cuerda marcadas por los nudos, y el cuarto lado, la línea que una dos profundidades consecutivas. Como ya sabemos que el área de un trapecio es igual al producto de su base por la semi-suma de los lados paralelos, sumando las áreas de todos los trapecios nos resultará una fórmula general que traducida dirá que, el área de la sección irregular de un canal ó río es igual al producto de una de las porciones de la cuerda por la semi-suma de las profundidades extremas, más la suma de las intermedias.

Una vez determinada el área de la sección ó base del sólido geométrico, queda por apreciar la altura de éste, ó sea la velocidad de la corriente. Para conseguirlo se pueden seguir distintos procedimientos, de los cuales enumeraremos los de más aplicación.

El más sencillo consiste en disponer sobre el agua un *flotador* ó trozo de madera de encina que se introduzca casi completamente en el líquido para ofrecer menos resistencia á la acción del aire, y apreciar el tiempo que tarda en recorrer un espacio conocido. Dividiendo éste por aquél se aprecia en metros la velocidad de la corriente, pero como está determinada en la superficie y no todas las capas de agua tienen igual

curso, de la velocidad obtenida se rebaja la quinta parte para obtener la media.

Otro procedimiento consiste en el empleo del *tubo de Pitot*. Este aparato está formado como lo indica su nombre de un tubo de cristal doblado en ángulo recto y con las ramas desiguales. La más corta termina en forma de embudo y se opone á la corriente de tal modo que el agua penetre por ella y en virtud de la fuerza adquirida se eleve en la otra rama á cierta altura que dá á conocer la velocidad en una escala graduada. Desde luego se comprende que los resultados que dé este aparato tienen que ser muy poco seguros y basados siempre en la comparación.

El método más racional y de éxito más positivo consiste en el uso del *molinete de Woltmann*. Este aparato está sostenido por una barra terminada en punta que se clava en el lecho del río, y puede moverse en el sentido de la longitud de la misma para ponerle á la altura que convenga al hacer las experiencias. Consiste en un árbol horizontal colocado en el sentido de la corriente y orientado en la dirección de ésta por medio de una gran lámina. El árbol horizontal lleva en el extremo opuesto al de la lámina una rueda ó molinete de paletas planas ó helizoidales, y en su parte media un tornillo sin fin que engrana con una rueda denta-

da puesta en comunicación con un piñón que hace mover á otra rueda de tal modo que á cada diez revoluciones de la primera corresponda una de la segunda. Colocado el aparato de manera que el agua hiera las paletas del molinete, éste obligará á girar al árbol, pondrá en movimiento ambas ruedas dentadas y como en éstas queda registrado el número de vueltas de las paletas, se aprecia de este modo la velocidad de la corriente. El inconveniente de este aparato consiste en la facilidad con que se descompone, y en lo delicada que debe ser su construcción para apreciar resultados seguros.

III. Tenemos ya por los procedimientos antedichos determinada la sección y la altura ó velocidad del agua; por lo tanto podemos deducir su volúmen por los medios que nos enseña la geometría. Ahora, para apreciar el efecto útil ó trabajo que realizará el motor nos falta averiguar el camino recorrido ó altura de que cae la masa líquida, para que multiplicando ambos datos (volúmen y camino recorrido) podamos apreciar su esfuerzo en kilográmetros ó caballos de vapor. La comprobación de este dato último se hace siempre por nivelación del salto de agua, pero como aumentando ó disminuyendo la altura del salto se obtienen re-

sultados diferentes, nos vamos á ocupar de su creación antes de describir las máquinas ó receptores hidráulicos, dando tambien algunas nociones respecto á su instalación.

IV. Rara vez existe un salto de agua natural, en condiciones utilizables, y por eso se hace preciso crearlo artificialmente por medio de la construcción de presas que deteniendo la corriente obliguen al agua á caer por encima de la cresta en cantidad igual á la que correría si la presa no se hubiera levantado. El agua se toma del río por un *canal de derivación* ó *caz* que la recibe á veces sin necesidad de presa cuando la naturaleza del fondo ó el exceso de pendiente lo permiten, pero lo general es, como hemos dicho, formar presas que eleven el nivel del agua y lo hagan pasar al *caz* con caudal suficiente. Si el río es navegable es preciso dejar en la presa una esclusa que permita el paso de las embarcaciones; pero si no lo es, como ocurre en la mayoría de los casos, puede suceder que el río sufra pocas ó muchas alteraciones, siendo pequeño el caudal en caso de descensos. Entonces se construyen depósitos ó estanques escalonados que almacenen el agua de las crecidas ó las que corren durante las horas en que no



hay trabajo, único medio de aprovechar la fuerza aún apesar de su mucho coste.

Debemos tener en cuenta en las presas, la influencia que tiene el agua sobre el fondo y márgenes del río, pues el líquido forma siempre un remanso que puede causar desperfectos y además socava el fondo del río en el punto de su caída hasta el extremo de que destruye los cimientos de la obra, razón por la que se recomienda una gran solidez en su construcción.

Suelen hacerse las presas de madera ó de fábrica. En el primer caso debe procurarse que el material esté lo menos posible expuesto á las alternativas de sequedad y humedad. El tipo más sencillo de esta clase de presas es aquel que consta de paredes verticales con una altura aproximada de un metro, construidas con pilotes distantes entre sí uno ó dos metros y unidos en su parte superior con una pieza ó *sombrero* ensamblada con todos, y sujeta con auxiliares de bronce ó hierro, si bien es preferible el primero al segundo por la facilidad con que éste se oxida. Sobre el fondo del terreno hay vigas horizontales entalladas con los pilotes, y á éstos se clavan tablones verticales que van desde la viga al sombrero. Aguas arriba se coloca un talud de guijarros para que en él choquen los cuerpos flotantes como troncos de árboles, hielos y otras materias.

Las presas como la descrita pueden sufrir muchas modificaciones todas las cuales tienden á darles mayores condiciones de resistencia con doble fila de pilotes, taludes de madera, etc., etc.

Las presas de fábrica más sencillas están formadas por un grueso muro cuya cara superior está inclinada desde la vertiente hácia fuera. Debe estar construida dicha cara con sillares de grandes dimensiones bien labrados para que se sostengan uno á otro, por lo que además suelen llevar grapas de hierro emplomadas con objeto de que el choque de cuerpos flotantes no destruya la cresta. Las dos caras laterales son de sillares y el interior de buena mampostería teniendo los cimientos formados por capas de hormigón reforzadas con pilotes, sobre todo cuando el fondo es de roca, en cuyo caso basta abrir una caja para construir el cimiento.

Las presas movibles se colocan en casos extremos, cuando el río sufre crecidas tan considerables que no basta hacer un portillo de grandes dimensiones. La presa entonces está formada por varias pilas análogas á las de los puentes y entre ellas se colocan cerramientos con tablonés.

Hay presas *automóviles* que pueden deshacerse por sí mismas cuando la carga pasa de cierto límite. Consisten de pilas de fábrica y entre cada dos de éstas hay

un tablero vertical que por medio de unos goznes puede ponerse horizontal alrededor de un eje situado en la línea de presión, que es á los $\frac{2}{3}$ de la altura máxima del agua. Cuando ésta pasa de dicha altura hace girar la compuerta, vaciándose entónces rápidamente el exceso, y cerrándose aquélla en cuanto baja el nivel prescrito.

V. Inmediato á la presa se halla el bocal del canalizo, que consta de dos paredes laterales de mampostería; dicho bocal se cierra con dos compuertas procurando que se halle la parte superior de éstas más alta que la altura máxima á que lleguen las aguas en casos de avenida. Estas compuertas están formadas por tablones ensamblados á lengüeta y ranura, procurando que sean muchos y muy delgados para evitar su alabeamiento que también se precave por medio de barrotes. Clavada á cada una suele haber una barra vertical de hierro terminada en una cremallera que engrana con un piñón, á fin de que un sólo hombre operando sobre un manubrio mueva el piñón y levante la compuerta.

En la distancia que media entre la boca del caz y el sitio donde está colocado el receptor, se abre otro canalizo llamado de *descarga* y que sirve para recibir

toda el agua cuando se quiere dejar en seco el primero para limpiarle.

En el de derivación ó caz se construye un *rebosadero*, *almenara* ó *ladron* que es un hueco por donde se vierte el agua cuando pasa de cierto nivel; su ancho debe ser por lo menos igual al del canalizo y su construcción lo mismo que la de las presas.

El agua tomada por el canal de derivación produce su efecto motriz en el receptor ó aparato hidráulico, y una vez que ha movido la rueda ó turbina, continúa su marcha por el referido canal que desde este momento se llama de *desagüe* y tiene más pendiente que el caz con objeto de acelerar la salida del líquido y de evitar que éste se remanse inmediato al motor. Continuando el agua su marcha se incorpora al río ó canal de que procedía.

El *canalizo* ó *sactin* en que se halla situado el motor toma diferentes formas en relación con la máquina que se utilice. Si ésta es una rueda el *sactin*, construido siempre de mampostería, tiene una pendiente que varía según que el receptor sea de paletas planas, curvas ó de cajones. Si se usan las turbinas se hace una bóveda ó *caldera* de sillería con muros bien cimentados, y en ella se establece el rodete dando antes al canalizo una pendiente un poco más fuerte para que el agua lle-

gue con facilidad, estableciéndose antes del motor un enrejado de barrotes verticales para detener las yerbas, hielos y otros cuerpos que pudieran causar desperfectos.

VI. *Receptores hidráulicos.*—Conocido el caudal y altura del salto de agua al extremo del canalizo, que le hace ganar en desnivel, además de lo que le hizo elevar la presa, vamos á estudiar el órgano en que se vá á aprovechar la fuerza motriz del líquido ó sea el receptor del trabajo.

Ante todo dejemos sentado que tanto en teoría como en la experiencia está probado que un receptor hidráulico modelo será aquel en que el agua entra sin choque y sin haber sufrido rozamiento alguno, y sale sin más velocidad que la del aparato. Ninguna máquina realiza en la práctica estas condiciones, pero será tanto más perfecta cuánto más se acerque á este resultado ideal.

Los motores hidráulicos pertenecen á dos tipos distintos; de eje horizontal ó *ruedas hidráulicas*, y de eje vertical ó *turbinas*. Cada uno de estos tipos puede subdividirse en otros, como veremos al tratar de ellos.

VII. *Ruedas.*—Las ruedas hidráulicas pueden

ser de dos clases en cuanto á su construcción; de *pale-
tas* y de *cajones*. Y en cuanto á la manera de recibir la
acción del motor pueden ser de admisión *superior*, *me-
dia* ó *inferior*.

Empezaremos por las ruedas de paletas y describi-
remos sus principales tipos.

La de paletas *planas* consta de una fuerte corona
de madera cuyos rádios entran en un sólido árbol. Di-
cha corona lleva unos salientes ó los que se clavan ta-
blas colocadas en la dirección de los rádios. El árbol
lleva en sus extremos unos muones que descansan en
coginetes bien engrasados, y sobre él se coloca una rue-
da dentada encargada de transmitir el movimiento al
resto de la maquinaria.

El agua que llega por el canalizo hiere las paletas
de la rueda, obrando sobre ellas casi exclusivamente
por el choque contra el obstáculo que se opone á su
marcha, y obligando a la rueda a girar en el mismo
sentido de la corriente. Este motor tiene el inconve-
niente de que el agua pierde parte de su fuerza en el
rozamiento contra las paredes del canalizo, obra con
choque, y sale con la misma velocidad que entró, razón
por la cual sólo produce unos 25 ó 30 céntimos de la
fuerza ideal, y su uso está muy limitado, utilizándose

tan sólo por su fácil construcción en las industrias donde hay que desarrollar pequeños esfuerzos.

Según la disposición del canalizo, esta rueda puede admitir el agua por el costado, parte superior ó inferior, pero en todos estos casos presenta los mismos inconvenientes que hemos apuntado.

Si las diferencias de nivel de un río ofreciesen tales ventajas que no se hiciera necesaria la construcción de presas se podrían utilizar las ruedas *colgantes ó anegadas*, formadas por un tambor de palastro guarnecido de paletas, y terminado por dos casquetes apoyados en un bastidor de madera clavado en el lecho del río. La ventaja grande que tiene esta rueda es la de que puede subir ó bajar con los cambios de nivel gracias á su facultad flotante y á una articulación que existe en su unión con el bastidor; pero adolece de los mismos defectos que la de paletas planas.

La de paletas *curvas* no difiere de esta última más que en la forma de los salientes que tienen la de un arco de círculo. El agua sube por ellas sin choque y sólo en virtud de la diferencia entre su velocidad propia y la de carga de agua hasta que su movimiento es destruido por la acción de la gravedad.

En estos receptores se aprovecha un 50 ó un 60 por 100 de la fuerza teórica y tienen la ventaja de que

funcionan anegadas, por lo cual su uso es conveniente en países sujetos á avenidas ó inundaciones.

En las ruedas de *cajones* el agua conducida por un canalizo de madera choca contra el receptor por su parte superior ó media. La rueda en este caso tiene una forma análoga á la de paletas, con la diferencia de que éstas están cerradas por los costados para que el agua se mantenga en ellas algún tiempo y obre por su peso, obligando á girar á la rueda hasta que el agua de un cajón salga de él cuando ocupe la parte inferior del diámetro vertical. Para que el aire contenido en los cajones no oponga resistencia á la entrada del agua, el fondo de aquellos está agujereado.

Estas ruedas cuando marchan despacio llevan el engranaje para la transmisión de movimiento en la corona de los cajones; pero si anda con mucha velocidad, sobre su eje se monta la transmisión por medio de ruedas dentadas y piñones.

Su efecto útil es de unos 60 céntimos de la fuerza teórica pero su construcción es muy sencilla y satisfacen condiciones de regularidad en la marcha, por lo cual su uso está más generalizado que el de las ruedas de paletas.

VIII. *Turbinas*.—Las turbinas ó ruedas hori-

zontales de eje vertical son más ventajosas en las industrias que las ruedas hidráulicas, sobre todo cuando se requiere una transmisión horizontal de movimiento, como en los molinos harineros, puesto que con estos aparatos el movimiento resulta muy sencillo, evitando muchas ruedas de engranaje y respondiendo al principio de mecánica, de que una máquina es tanto mejor cuanto más sencillos son sus órganos, porque habrá menos consumo de fuerza en resistencias pasivas.

El caso más sencillo de una rueda horizontal es el motor que emplean algunos molinos de nuestro país, y que consiste en un tubo llamado *bocina* ó *sactín* que toma el agua de un depósito á gran altura y la hace chocar contra las paletas ó cucharas fijas á un árbol vertical, que de este modo se mueve y transmite su movimiento á los demás órganos de la maquinaria. Además de este sencillo modelo se usan otros varios, fundados todos en el mismo principio, pero no constituyen más que turbinas groseras, de las cuales vamos á prescindir para ocuparnos de las perfeccionadas.

Supongamos una masa de agua colocada encima de un fuerte tablero horizontal provisto de un agujero circular; sobre este agujero una compuerta cilíndrica que se acerque ó aleje del tablero por medio de unas varillas manejadas desde la parte superior para dar paso

al agua en mayor ó menor cantidad desde su depósito al colocado debajo del tablero; y supongamos por último que al caer el agua á este depósito bajo es recibida por una rueda fija cuyas paletas curvas dirigen el líquido para que obre por reacción contra las paletas de otra rueda móvil que rodée á la primera. De esta manera tendremos formada la turbina *Thann*. La rueda móvil al girar, mueve un árbol vertical con el que forma cuerpo, y la rotación de éste es transmitida á voluntad por medio de los órganos que nos son conocidos.

De un sistema parecido es el modelo *Fourneyrón*.

Al descender el agua en este aparato del depósito superior al inferior lo hace por unos agujeros que en su contorno presenta la compuerta cilíndrica y vá á chocar contra las paletas curvas de una rueda colocada horizontalmente debajo de la compuerta, y con objeto de que estas paletas puedan colocarse á la altura de salida de los filetes líquidos, está formada esta rueda por un plato de fundición en cuya circunferencia van sujetas las paletas con la elevación necesaria. Al ponerse éstas en movimiento hacen girar al disco de que forman parte, y al árbol que se apoya en el centro de este disco. El extremo inferior del árbol descansa y gira sobre un tejuelo de bronce establecido en una palanca de se-

gundo género que permite elevar ó bajar la turbina para que sus paletas se situen frente á las aberturas de la compuerta.

Para que los filetes líquidos no hieran á las paletas oblicuamente, en el fondo del disco hay unos tabiques curvos que dan al agua una dirección tangencial á la circunferencia de aquél y normal á las paletas, sobre las cuales se determina una presión más enérgica.

La turbina *Fontaine* se parece en algo á las anteriores pero se diferencia de ellas en que todo el aparato se apoya en un árbol macizo fijo en el suelo del canal, quedando así colgada la turbina. Además, en vez de salir el agua por la superficie lateral de la compuerta, sale por su fondo que está provisto de un orificio dividido en partes iguales por cierto número de diafragmas curvos, que dirigen los filetes líquidos contra otros tabiques de curvatura opuesta á los anteriores, y que forman parte de la rueda directriz.

Otras clases de turbinas á las cuales pertenece el tipo *Jouval* están incluidas en anchos tubos de fundición que conducen el agua de un depósito á otro, y se fundan en el principio de hidrostática que dice: «Si un tubo se estrecha en uno de sus puntos, con tal de que dicha estrechez diste del extremo inferior menos de 10'33 metros (altura que equilibra la presión at-

»mosférica), el agua sale por éste con la velocidad de-
»bida á la carga que hay sobre la estrechez, más la al-
»tura que hay desde ella hasta el extremo inferior.»

IX. La ventaja de las turbinas sobre las ruedas verticales está en que aquellas funcionan con cargas de agua sumamente variables y además se las puede montar en toda clase de saltos, de pequeña ó grande altura. Otra ventaja es la de poder funcionar anegadas, pues aún cuando esto perjudica algo á la marcha, en la turbina el perjuicio es poco, pues aumenta su poder ganando el exceso de carga y esto compensa las pérdidas en la marcha.

Son, pues, preferibles las turbinas á las ruedas en los ríos de régimen variable y en los expuestos á crecidas. Dan por lo general mayor coeficiente, pues alcanzan los mejores modelos unos 75 céntimos á los que nunca llega la rueda vertical. En cambio son aparatos delicados y costosos, de difícil reparación y que pueden sufrir desperfectos en los países muy fríos por los trozos de hielo que interceptan los agujeros del distribuidor ó impiden el manejo de las compuertas.

ESTABLECIMIENTO
DE
INTENDENCIA
BIBLIOTECA

V

MOTORES DE VAPOR.

SUMARIO.--I.--Máquinas de vapor; máquinas de simple y doble efecto, de expansión, con condensador, de Woolf, compound, etc.--II.--Generadores.--III.--Caldera de hervidores.--IV.--Caldera de hogar interior.--V.--Caldera Maulde.--VI.--Calderas circulares.--VII.--Calderas tubulares.--VIII.--Aparatos accesorios de los generadores; alimentación y seguridad.--IX.--Hogar, chimenea, regilla y cenicero.--X.--Manejo de las calderas.--XI.--Máquinas; cilindro.--XII.--Aparatos de distribución.--XIII.--Órganos.--XIV.--Máquina de balancín.--XV.--Máquina fija sin balancín.--XVI.--Máquina oscilante.--XVII.--Máquina rotativa.--XVIII.--Máquina semi-fija.--XIX.--Locomóvil.--XX.--Locomotora; ténder.

I. Las máquinas de vapor son aparatos destinados á utilizar la tensión ó fuerza elástica del vapor de agua para producir un efecto útil. (*)

(*) *En estos apuntes vamos á prescindir de cuantas noticias se supongan conocidas por la Física. Así es que en este capítulo se suprimen todos los datos relativos á la generación del vapor de agua, fuerza elástica, calórico específico y latente, tensión, etc.*

Para aprovechar la tensión de este gas, se disponen aparatos ó máquinas cuyo elemento principal que luego describiremos, es un cuerpo de bomba dentro del cual puede moverse un pistón provisto de un vástago encargado de transmitir el movimiento por cualquiera de los medios que nos son ya conocidos.

En los primeros tiempos de la aplicación del vapor á las máquinas, recibían éstas el fluido aeriforme, dándole entrada en el cuerpo de bomba, y obrando dentro de él por virtud de su fuerza elástica sólo sobre una de las caras del pistón. Obligado éste á recorrer el espacio comprendido entre una y otra base del cilindro, volvía á su primera posición merced al vacío que se formaba al retirar el vapor, ó al condensarse éste, y al mismo peso del pistón libre ya de la presión del gas. Estas máquinas cuyo movimiento como se comprende habrá de ser muy lento se llamaba de *simple efecto*.

Posteriormente, las máquinas primitivas como la apuntada sufrieron la importante modificación de ser provistas de un mecanismo tal, que permitiera la entrada alternativa del vapor sobre ambas caras del pistón, produciéndose de este modo un movimiento rápido y uniforme que no tenían las primeras. Estas máquinas cuyo tipo es la de Watt son las de *doble efecto*.

Relegadas las de simple efecto ó atmosféricas al

estado de mera curiosidad de gabinete para conocer las sucesivas transformaciones de los motores de esta clase, sólo nos ocuparemos de las de doble efecto, únicas empleadas hoy en la industria.

No se han contentado los mecánicos con conseguir ventaja tan capital como la mencionada, sino que en su afán de perfeccionar las máquinas de vapor han introducido multitud de innovaciones que dan lugar á un grupo numeroso de modelos de esta clase. Veremos los principales.

Se llaman máquinas de *expansión* á las que presentan la particularidad de que la introducción del vapor en el cilindro es suspendida antes de que el pistón llegue al extremo de su carrera; y suponiendo que esto se verifica cuando está á la mitad, el vapor se dilata y obliga al pistón á seguir la marcha hasta el final de su camino. La cantidad de vapor introducido en este caso es la mitad del que hubiera entrado en plena presión, y claro es que el efecto producido no será igual en ambos casos, pues á medida que el vapor se dilata disminuye la presión; pero con relación á una misma cantidad de vapor el efecto dinámico aumenta considerablemente con la expansión á medida que vaya siendo mayor el espacio que tiene el gas para dilatarse, y de

aquí la enorme economía de combustible que se obtiene con las máquinas de expansión.

Según la presión á que el vapor actúa en el cilindro las máquinas se han clasificado en de *alta, media y baja presión*. Las primeras vencen una resistencia de cuatro atmósferas en adelante; las segundas de dos á cuatro; y las terceras no exceden de una y media á dos.

Pueden también distinguirse las máquinas según que tengan ó no *condensador*, pero prescindiendo de nombres podemos examinar las ventajas ó inconvenientes del condensador para explicar la diferencia que se establece entre las máquinas que tienen y las que no poseen este aparato que luego describiremos. En las máquinas con condensador, el vapor después que ha producido su efecto sobre el pistón vá á un depósito con agua donde el gas se liquida produciendo una rarefacción que se utiliza para acelerar el movimiento del aparato. Al mismo tiempo el vapor al condensarse aumenta la temperatura del agua con la cual se mezcla y ésta que es después conducida á la caldera necesita menos calor para transformarse en vapor, lo que significa una economía de combustible. Pero como para condensar se necesita una cantidad considerable de agua, lo primero que hay que examinar para establecer una máquina de condensación, es si se cuenta

con agua en abundancia y con economía, sin cuya condición hay que renunciar á su empleo. Se observa que las máquinas de alta presión no tienen condensador porque por lo general son sencillas y están reducidas al cilindro y los órganos de transmisión, como sucede en las locomotoras, pero en cambio el consumo de combustible es mucho mayor que el de las máquinas con condensador.

Otra clasificación que se hace de las máquinas de vapor es la siguiente: Según que el cilindro esté colocado vertical ú horizontal, las máquinas se llaman *verticales* ú *horizontales*, división en que están comprendidas las máquinas de balancín, sin este órgano, las de cilindro oscilante, y otras de menor importancia.

Una de las modificaciones más notables que sufrió la máquina de doble efecto de Watt, fué la de dotarla de dos cuerpos de bomba. En uno de ellos entra el vapor directamente de la caldera durante toda la marcha del pistón menos en un corto espacio de compresión, y una vez que ha producido su efecto pasa al segundo cilindro en el cual se utiliza la fuerza expansiva para mover otro pistón provisto de su vástago. Estas máquinas llamadas de *Woolf*, han sido modificadas dando origen á las *compound*, (compuestas) que como las anteriores tienen dos cilindros uno para recibir el gas y

otro para utilizar su fuerza expansiva, pero el vapor antes de pasar de un cuerpo de bomba á otro se acumula en un depósito. Además las bielas y manivelas de estas máquinas compound tienen movimientos encontrados, es decir, que los pistones actúan sobre órganos que forman ángulo, con lo que se modifica notablemente la marcha de la máquina y varía la distribución del vapor, teniendo la ventaja de vencer con facilidad los puntos muertos.

Respecto á la manera como están establecidas las máquinas de vapor y el uso á que se destinan, se clasifican en *fijas*, *semi-fijas*, *locomóviles* y *locomotoras*. Por lo general en las primeras la caldera ó generador está separado del cuerpo de bomba que recibe el vapor por medio de un tubo, y tanto la caldera como la máquina exigen una instalación más ó menos costosa, mientras que todas las demás forman un sólo cuerpo máquina y caldera y no necesitan obras ni trabajos de ninguna especie para su instalación. Las semi-fijas tienen pequeñas dimensiones, están montadas sobre planchas metálicas y se sujetan al suelo con mucha facilidad. Las locomóviles están montadas sobre un carruaje que se arrastra por medio de una fuerza cualquiera hasta situar la máquina en el lugar donde ha de producir su efecto. Las locomotoras mueven las ruedas del camión

que las soporta y arrastran grandes pesos por las líneas construidas á este objeto.

Hay también las máquinas llamadas *marinas* pero como su aplicación única es á la propulsión de los barcos, y nó á la industria, prescindimos de explicar su disposición que aún cuando en esencia es la misma que la de las otras máquinas de vapor, varían en cuanto á la necesidad de ser instaladas en locales relativamente reducidos.

Reasumiendo; hay máquinas de vapor llamadas de simple efecto, de doble efecto, de expansión, con condensador ó sin él, de alta, media y baja presión, verticales, horizontales, de Woolf, compound, marinas, fijas, semi-fijas, locomóviles y locomotoras.

Dentro de cada uno de estos grupos la industria presenta un sinnúmero de modelos cuyas modificaciones tienden á producir ya una economía en el gasto, ya un aumento de velocidad ó de fuerza, unas veces la facilidad en la instalación y otras una simplificación en los órganos; pero como el detenerse en la descripción de cada modelo sería tarea penosa que además no encajaría en estos apuntes, nos limitaremos á explicar una máquina de cada uno de los grupos más interesantes y aún dentro de esa explicación concretándonos al examen de los elementos y órganos indispensables, pues

una vez conocidos éstos, es fácil por una sola inspección darse cuenta del papel que desempeñan otros secundarios. Conocido el modo de funcionar de las máquinas de vapor tenemos mucho adelantado para el estudio de las de gas, aire caliente y otras más sobre las cuales trataremos ligeramente en sucesivos capítulos.

Antes de entrar en la descripción de las máquinas de vapor diremos que en todas se pueden distinguir dos partes; el *generador* donde se produce el vapor y la *máquina* propiamente dicha que recibe la acción de aquél y transmite su fuerza para producir un efecto útil.

II. *Generadores.* — Las calderas ó generadores de vapor son los aparatos destinados á la producción de este gas con una tensión conveniente para ser utilizado como fuerza motriz en las máquinas de vapor ó en otras muchas aplicaciones industriales.

La materia generalmente empleada en su construcción es el palastro ó chapa de hierro que ofrece ventajas indudables sobre el hierro fundido bajo el punto de vista de la solidez y resistencia, sobre el cobre en la economía y lo mismo sobre el acero.

La forma de las calderas de vapor ha sufrido notables modificaciones desde el tiempo de Newcomen que

las adoptó esféricas por considerarlas más apropiado para resistir la presión del vapor, hasta Watt que las construyó prismáticas con fondo cóncavo para aumentar la superficie de calentamiento en contacto directo con los productos de la combustión. (*)

Cuando la tensión del vapor no ha de pasar de dos atmósferas, las calderas prismáticas llenan perfectamente su objeto, más no sucede lo mismo cuando hay que obtener una tensión más considerable, pues como la cantidad de vapor no depende de la capacidad del generador ni de la masa de agua que contiene, sino únicamente de la superficie de calentamiento, hay que buscar una disposición que dé la mayor posible. Por esta razón se ha adoptado generalmente la forma cilíndrica, terminada por dos hemisferios, y en la imposibilidad de exceder de un cierto límite la longitud de una caldera para aumentar su superficie de calefacción, se construyen con uno ó dos hervidores de donde ha tomado el nombre esta clase de generadores.

III. La caldera de hervidores se coloca siempre

(*) El espesor de las calderas se calcula por la fórmula

$$e = \frac{18 \times d \times p}{10} + 3,$$

en la cual e es el espesor, d el diámetro de la caldera, y p la presión del vapor.

sobre un horno de ladrillo, y el conjunto del aparato consta de lo siguiente:

1.º La caldera propiamente dicha, que como hemos apuntado es un cilindro terminado por dos casquetes esféricos y que comunica con los hervidores, ó cilindros de menor diámetro situados debajo de la generatriz inferior del cilindro principal, por medio de dos tubos. Los hervidores reciben directamente la acción del fuego.

2.º La obra de mampostería, en la cual se halla instalada la regilla, el hogar, cenicero, conductos de humos, chimenea, etc. y

3.º Los aparatos de alimentación y seguridad de que luego hablaremos.

IV. Las calderas de hervidores son de uso muy general, y en Francia son las que se emplean casi exclusivamente, no obstante lo cual han sido sustituidas en muchas industrias por las de *hogar interior* ó de *Cornwall*, que en lugar de hervidores, tienen un tubo interior que corre á lo largo de la caldera, y en su parte anterior un hogar provisto de regilla y cenicero.

Apesar de lo generalizado que se halla el uso de las calderas cuya descripción hemos hecho ligeramen-

te, hay otras muchas perfeccionadas cuyos modelos más importantes vamos á explicar.

V. El generador *Maulde* tiene una disposición enteramente distinta de la que afectan otros sistemas y su caldera está compuesta de una envoltura cilíndrica exterior que contiene un hogar y encima de éste un gran hervidor vertical suspendido como una marmita en el interior del cilindro. El fondo de este hervidor recibe el golpe de fuego y hace que la llama se separe en dos partes que invaden completamente las paredes exteriores del hervidor y las interiores del hogar. El hervidor está en comunicación con la caldera propiamente dicha por medio de un tubo situado debajo de la chimenea, de modo que el obstáculo que opone á que los gases salgan por ésta, les obliga á dividirse y permanecer más tiempo en el aparato cediendo su calor. Sólo nos falta advertir que la caldera, de grandes dimensiones rodea al hogar.

Veamos cuales son las ventajas de este generador. En primer lugar la gran masa de agua que contiene la caldera la hace poco sensible á la alimentación, es decir, que el agua introducida por la bomba alimenticia, no hace bajar la presión como en otras calderas en que hay que tener la precaución de aumentarla

cuando se quiere alimentar. A esta misma circunstancia se debe también que la posibilidad de una explosión sea muy remota, porque la gran cantidad de agua que contiene hace que el nivel baje lentamente, siendo necesario un abandono inconcebible para dejar de alimentarla á tiempo. Por último las incrustaciones en esta caldera son difíciles de formar por tener sus paredes verticales y hacerse la limpieza con mucha facilidad.

VI. Las calderas de *circulación ó inexplosibles* son de infinidad de sistemas, pero para comprender su modo de funcionar describiremos el modelo *Naeyer*. La caldera multitubular está compuesta esencialmente de tubos reunidos unos á otros formando un verdadero serpentín, y de un depósito de vapor colocado en la parte alta y que constituye una de las ventajas del sistema. Cada série de tubos está compuesta de dos paralelos, cuyos extremos van á pasar á dos cajas rectangulares de manera que un elemento de la série forma un largo rectángulo hueco, cuyos lados mayores son los tubos y los menores las cajas. Los tubos están terminados en forma de cono para adaptarse fuertemente á los agujeros de las cajas.

Las séries se forman por la superposición de ele-

mentos que se unen por medio de un pequeño tubo con que termina cada uno y que se adapta al elemento siguiente. Todos estos se llenan de agua que procede de un colector inclinado de tal suerte que mantenga un nivel constante en el interior de los tubos.

La regilla del hogar coge todo el ancho de la caldera, pero nó la longitud, y por medio de dos láminas interpuestas entre los tubos se obliga á la llama á lamer la superficie de aquellos utilizándose el calor en las mejores condiciones.

Con esta disposición, el vapor que se produce en los tubos vá directamente por las cajas de unión al depósito superior, de manera que el máximun de trayecto que recorre dentro del agua es la longitud de un tubo. La ventaja de esta disposición es grande, pues en otras calderas análogas el vapor producido en un tubo tiene que recorrer todos los demás, saturándose de agua y arrastrando una cantidad que produce efectos desastrosos en el cilindro.

La instalación de estas calderas es sencilla y de poco coste por la facilidad del desmonte de sus elementos, y otro tanto puede decirse de la limpieza que se hace con gran brevedad por no ser necesario quitar las incrustaciones más que en los tubos inferiores. Tiene la incomparable ventaja de producir vapor seco sin

necesidad de aparato accesorio alguno y marcha con gran regularidad.

A estos generadores suelen agregarse otros de igual modelo, pero menor tamaño, que recogen el calor perdido en el principal.

VII. Las calderas *tubulares* están atravesadas por multitud de tubos de pequeño diámetro por cuyo interior marchan los productos de la combustión. Los tubos toman su arranque en el hogar, atraviesan el agua contenida en la caldera y salen á un depósito ó caja de humos del cual arranca la chimenea. Estos generadores tienen la ventaja de que aumentan considerablemente la superficie de caldeamiento y tienen volumen reducido, pero presentan el inconveniente de que los productos originados en la combustión deterioran el metal de los tubos y obligan á una continúa renovación, si bien ésta puede aminorarse con una limpieza frecuente y esmerada. Por el poco volumen que como hemos dicho requiere su instalación, son los generadores usados en las locomotoras y locomóviles.

VIII. Para completar lo relativo á las calderas de vapor falta sólo hablar de los aparatos accesorios

que las acompañan. Estos son de alimentación ó de seguridad.

Entre los primeros está la *bomba* de alimentación movida por la misma máquina, y que no es otra cosa que el aparato descrito en cualquier obra de Física, aún cuando su disposición varía según la instalación de la maquinaria.

La alimentación de una caldera puede ser continúa ó intermitente, es decir que la bomba puede estar alimentando constantemente, introduciendo la cantidad de agua calculada de antemano, ó funcionar á intervalos cuando sea necesario y lo demuestre el indicador de nivel. En ambos casos es indispensable que la cantidad de agua introducida sea siempre suficiente cualquiera que sea la intensidad del fuego, y al efecto se calculan las dimensiones de la bomba de alimentación de manera que pueda suministrar una cantidad de agua doble de la que se crea necesaria.

El inyector Giffard, aparato de alimentación muy usado, está fundado en el hecho siguiente: Cuando el vapor sale por una abertura aspira el agua, y al condensarse la imprime un movimiento bastante considerable para que la mezcla se introduzca en la caldera apesar de la presión interior. El aparato en su esencia consiste en un tubo que arranca de la cámara del va-

por, y por donde éste sale con tal fuerza que hace el vacío absorbiendo el agua de un depósito cuya salida está determinada por otro tubo que forma ángulo con el primero. El agua que siémpre debe estar fría condensa al vapor, se mezcla con él y eleva la temperatura. Pero como el vapor no ha perdido la gran velocidad que tenía á la salida, comunica esta velocidad á la masa de agua y la hace entrar en la caldera.

Las modificaciones que ha sufrido este aparato son muchas y de él se derivan los alimentadores é inyectorés automáticos y universales, pero como su constitución es muy compleja prescindimos de describir los modelos cuyo fundamento es el mismo ó parecido al de Giffard.

Los aparatos de seguridad pueden dividirse en dos clases; unos que tienen por objeto impedir que el vapor adquiera presiones excesivas, y otros que regularizan la alimentación de la caldera para que no llegue nunca á faltar agua. Pertenecen á la primera clase las válvulas de seguridad, placas fusibles, manómetros, etc., y á la segunda los flotadores, indicadores de nivel y algún aparato más que describiremos.

La *válvula de seguridad* de Papín está fundada en el hecho de que como el vapor ejerce una presión igual sobre todos los puntos de la caldera, si se practica una

abertura en cualquier punto de ella y se cierra con una placa movable, ésta será rechazada por la fuerza del vapor. El aparato se compone de una palanca sujeta por un extremo á la pared de la caldera y sosteniendo en el otro un peso que obra sobre una placa metálica que tapa un agujero abierto en la caldera. Cuando la presión interior no es muy considerable, el vapor que tiende á escaparse por este orificio es rechazado por la presión de la palanca, pero en el momento que alcanza una tensión superior á la resistencia de las paredes, levanta el peso que pende de la palanca y sale al exterior evitando una explosión. (*)

Las *placas fusibles* son discos que cierran herméticamente unos orificios practicados en distintos puntos de la caldera, y están formadas por aleaciones de estaño, bismuto y plomo en proporciones convenientes para que entren en fusión á un grado de temperatura inferior á la del vapor cuando éste alcanza el máximun de presión que pueden resistir las paredes de las calderas. No entramos en detalles acerca de estos aparatos.

(*) El diámetro de las válvulas de seguridad se regula por la fórmula

$$D = 2.6 \sqrt{\frac{c}{p \cdot 0.412}};$$

en la cual D es el diámetro, c la superficie de calefacción, y p la presión en atmósferas.

tos porque su uso está muy limitado por efecto de los inconvenientes que presentan en la práctica. Para conocer el principal basta recordar el fenómeno de la licuación en las aleaciones.

El *manómetro* es el aparato que indica constantemente la presión del vapor en la caldera, y el medio más eficaz por consiguiente, para evitar los accidentes á que puede dar lugar un aumento de presión. El manómetro más sencillo y más usado sobre todo en las máquinas fijas consiste simplemente en un tubo de vidrio abierto en sus dos extremos, estando el inferior sumergido en un recipiente cerrado de mercurio que comunica con el vapor de la caldera. La presión de éste hace subir al mercurio en el tubo que indica la presión por medio de graduaciones. La excesiva longitud que debe tener el tubo cuando las presiones exceden de cinco atmósferas impediría al maquinista apreciar con facilidad la altura del mercurio, y para evitar este inconveniente se coloca en la superficie del mercurio un flotador suspendido de un hilo que pasa por una polea y está equilibrado por un contrapeso que se mueve en sentido contrario al mercurio. Por este medio, el contrapeso que suele llevar una aguja indicadora se encuentra á una altura conveniente para que el fogonero vea cómodamente las indicaciones del manómetro.

Además de éste descrito, llamado de *aire libre*, y de los de *aire comprimido* muy poco usados, se emplean también los *metálicos* de *Bourdon* sobre todo en las locomotoras y locomóviles. Constan estos aparatos de un tubo arrollado en forma de hélice; por uno de sus extremos entra el fluido cuya presión se quiere medir, y en el opuesto una aguja hace indicaciones en un arco de círculo graduado.

Los manómetros suelen colocarse siémpre en el testero y parte superior de la caldera y reciben el vapor por un tubo que arranca de ésta.

Para conocer el nivel de agua en la caldera y estar seguro de que la alimentación se hace de un modo regular, se emplea el *tubo de nivel* que es de vidrio, vertical, y comunica con la caldera por medio de dos cordillos metálicos provistos de llaves. El agua en el interior del tubo está á la misma altura y sufriendo igual presión que en la caldera y el maquinista sabe con sólo mirar el tubo si ésta tiene agua suficiente. Las llaves de que hemos hablado sirven para evitar la salida del vapor y del agua en caso de romperse el tubo de vidrio.

Es de tal importancia el conocimiento exacto del nivel de agua en el generador y el evitar que baje inadvertidamente, que además del tubo de nivel se usan

con este objeto los aparatos llamados *flotadores*. Como lo indica su nombre consisten en una esfera flotante sostenida por una varilla y equilibrada por un contrapeso de manera que el flotador esté sumergido en parte en el agua de la caldera subiendo y bajando cuando sube ó baja el nivel. Al bajar éste, el peso del flotador vence al contrapeso y dá salida al vapor que encontrando una campana metálica produce contra sus bordes un silbido agudo que avisa la falta de vigilancia.

A veces llevan también los generadores una *válvula de presión exterior* que se abre de fuera á dentro para que penetre el aire cuando se apaga el fuego del hogar, porque sinó, al condensarse el vapor se produce el vacío y la presión exterior podría deformar la caldera.

Aunque parezcan supérfluos algunos de los aparatos empleados, debe tenerse en cuenta que ante los peligros de una explosión no hay precaución inútil y es preferible siémpre pecar por exceso de prudencia, que descuidar las medidas de seguridad.

IX. Son también partes muy interesantes de las calderas de vapor, el *hogar* donde se quema el combustible y la *chimenea* ó conducto por donde salen los productos de la combustión. El hogar está compuesto de

dos partes; la *regilla* formada por barrotes que sostienen el combustible y el *cenicero*, espacio destinado á recibir los residuos de la combustión, y por donde entra el aire que la alimenta atravesando la regilla y capas de carbón.

Los barrotes de la *regilla* deben estar separados entre sí por una distancia que no baje nunca del tercio del ancho del barrote, con objeto de dar paso al aire; y á fin de que no se unan llevan siémpre en sus extremos unos topes ó puntos salientes que los mantienen equidistantes. La forma del barrote es igual en toda su extensión, pero cuando son muy largos es conveniente reforzarlos en el centro para que no cedan ó se tuerzan fácilmente.

Las dimensiones de la *regilla*, así como las de los espacios para la entrada del aire, varían con la clase de combustible, y como dato práctico, puede admitirse un decímetro cuadrado por kilogramo de hulla que se quema en cada hora, y menos si es leña el combustible empleado.

Si los productos de la combustión fuesen directamente á la chimenea se perdería inútilmente una gran cantidad de calor, que además perjudicaría al tiro, y por esta razón se les hace pasar antes por unos conductos que rodean á la caldera, llamados *conductos de hu-*

mos, y en ellos dejan una parte del calor que se utiliza antes de que lleguen los productos á la chimenea.

Omitiendo el entrar en pormenores sobre las reglas ó procedimientos para calcular la sección de una chimenea, diremos solamente que en la práctica se le dá una sección igual á la suma de los espacios que separan los barrotes de la regilla. En cuanto á su altura varía mucho según la localidad, siendo más altas cuando el humo puede perjudicar ó incomodar á la vecindad. Sinó existe este inconveniente, es preferible aumentar la sección.

Las chimeneas de vapor llevan un *registro* ó plancha de hierro que se abre ó cierra para variar la sección según sea necesario. Los registros afectan diferentes formas y disposiciones, siendo la más generalmente usada sujetar la plancha á una cadena de hierro que pasa por una polea y en su extremo un contrapeso mediante el cual se puede manejar el registro con facilidad.

La caldera suele descansar sobre una mampostería de ladrillo que la rodea completamente dejando los conductos de humos por donde han de circular los productos de la combustión antes de pasar á la chimenea. El hogar y toda la obra de mampostería que está en contacto con la caldera debe ser de materiales refrac-

tarios y toda la parte superior debe quedar cubierta dejando únicamente libre el espacio destinado á los aparatos accesorios y al *agujero del hombre*, por donde el operario entra para limpiar la caldera. Debe procurarse colocar el generador paralelamente á los muros de las habitaciones ó á la vía pública, pues se ha observado que en los casos de explosión, los fragmentos son por lo general lanzados con más violencia en la dirección del eje.

X. Terminaremos lo relativo á las calderas ó generadores de vapor con algunas indicaciones relativas á la dirección, manejo y entretenimiento de estos aparatos.

Lo primero que debe hacerse antes de encender el fuego es asegurarse de que la caldera y todos los aparatos que de ella forman parte, están en perfecto estado, y sobre todo de que tiene la cantidad de agua necesaria para lo cual basta examinar el tubo de nivel, asegurándose antes de que funciona convenientemente.

Hecho esto, se prende fuego con materias fáciles de arder que son las que propagan la combustión al combustible. Éste debe introducirse en pequeñas porciones evitando en lo posible la formación de llamas azules y manchas negras que denotan la producción

de óxido de carbono y por lo tanto una combustión incompleta; esto se regulariza con la entrada del aire en proporciones convenientes manejando el registro de la chimenea.

La capa de combustible sobre la regilla no debè exceder de diez centímetros á fin de que el aire encuentre fácil acceso y la combustión sea completa, debiendo tener cuidado de que la regilla esté bien limpia de las cenizas y escorias que empastan los bartotes y llegan á soldarles. Pero como no es conveniente estar limpiando la regilla con demasiada frecuencia por no enfriar la caldera con el aire que penetrára al abrir la puerta del hogar, la operación debe practicarse de una manera rápida.

Aún son de mayor importancia las precauciones que tienden á evitar los accidentes en las calderas. La primera y más importante es mantener siempre el nivel de agua á una altura conveniente, pues del descuido en este punto dependen casi siémpre las explosiones y sus efectos desastrosos. Sin embargo hay que evitar el extremo opuesto, es decir, el llenar demasiado la caldera, pues sobre ser inútil, el exceso de agua puede ser perjudicial. Basta que el líquido esté á una altura de unos diez centímetros sobre los conductos de humos ó sobre la parte superior del hogar en las que tienen este inte-

rior. El medio de conservar el agua á altura conveniente es tener cuidado de alimentar la caldera cuando se observa que el nivel se aproxima al límite inferior, del cual no debe bajar nunca, cuidando de hacer esta operación con frecuencia para no tener que introducir de una vez mucha agua que enfriaría la caldera y haría bajar la presión.

La segunda precaución que debe tenerse es la de evitar que la presión se eleve más de lo que está marcado. Ésta que se halla señalada en los manómetros debe ser examinada con frecuencia así como el modo de funcionar de las válvulas.

La tercera precaución se refiere á la limpieza de la caldera, operación que debe practicarse con más ó menos frecuencia según la clase de aparato y naturaleza de las aguas empleadas, procurando siempre que no se formen capas de *incrustaciones* por las sales contenidas en el líquido, porque éstas son causa de frecuentes averías por la desigualdad con que las diferentes partes reciben el calor, y si la chapa de la caldera llega á ponerse roja y se desprende en aquel momento la costra salina se produce una vaporización brusca y es inevitable la explosión.

Con objeto de evitar las incrustaciones ó sedimentos que tanto perjudican á las calderas y la necesidad

de atacarlos con instrumentos de acero que siémpre dañan la chapa metálica, se apela á diferentes medios entre los cuales figura el empleo de varios cuerpos que se colocan en el interior de la caldera á fin de que las sales se depositen sobre ellos y no se adhieran á las paredes, y estos cuerpos suelen ser el salvado y la fécula de patata mezclados con el agua, una capa de brea ó fécula, y algunos más. También existen medios químicos más ó menos eficaces, pero lo mejor es procurar una limpieza esmerada en la caldera y el empleo de aguas lo menos cargadas de sales que sea posible. No es posible fijar el plazo dentro del cual deba realizarse la limpieza de un generador, pues depende como se comprenderá fácilmente de la calidad de las aguas empleadas, del esmero con que se cuida la caldera, del trabajo más ó menos continuo que realice la máquina y de otras circunstancias que varían en los diferentes casos.

XI. *Máquinas.*—*Cilindro.*—El cuerpo de bomba ó cilindro de las máquinas de vapor está generalmente construido de hierro fundido con paredes de bastante espesor reforzadas con aros metálicos y algunas veces provisto de doble envuelta para que por el espacio anular circule constantemente una corriente de

agua que sirva de refrigerante al calor que propaga el vapor en el aparato.

Su interior ha de ser un cilindro de sección perfectamente circular y con paredes lisas para que al ser recorridas por el pistón pueda éste hacerlo sin dificultad y se evite que el vapor pase de un lado á otro del émbolo, lo que sin duda se verificaría si quedasen huecos entre pistón y cilindro en cualquier punto de la carrera. Una por lo menos de las tapas ó bases del cilindro ha de poderse quitar para la introducción del émbolo, y el vástago de éste atravesará esa tapa por un orificio abierto en el centro de la misma. Para evitar que el vapor se escape por esta abertura se procura darle las dimensiones estrictamente necesarias para que pase el vástago y se coloca además una caja de estopas.

El émbolo está compuesto de dos discos de fundición ó hierro forjado de los cuales uno está unido al vástago y el otro unido al primero por medio de redoblones, quedando entre ambos un espacio que se llena de segmentos de fundición ó acero dispuestos de modo que gocen de alguna elasticidad y aprieten constantemente las paredes del cilindro.

Quando, por efecto de las presiones, algunas cantidades de vapor se condensan en su interior, se les dá

salida abriendo una llave situada en el fondo del aparato.

La barra del émbolo es de hierro ó acero que resista bien á la extensión, y presenta la forma cilíndrica salvo en sus extremos. Su unión con el pistón ha de ser muy sólida para que no haya ningun movimiento que entorpecería la marcha de la máquina.

XII. *Aparato de distribución.*—El más usado se compone de una caja de hierro fija sobre el cilindro, y á la cual llega el vapor conducido por un tubo desde la caldera. En la pared del cilindro existen tres aberturas, dos en los puntos alto y bajo de una misma generatriz y el otro en el centro de ella. Estos tres orificios comunican con otros tantos conductos que van todos á terminar en la mitad de la altura del cilindro dentro de la caja de que hemos hablado. En el interior de éste se mueve la *válvula corredera* de dimensiones tales que cubre siémpre el agujero central y uno de los laterales que comunican con el cilindro. De este modo el vapor que llega de la caldera penetra en la caja de distribución y de ésta al cilindro por la lumbrera libre. Una vez que ha penetrado el gas, la corredera se mueve tapando el orificio por donde aquél entró y abriendo el opuesto; la entrada del vapor se invierte, el pis-

tón se vé obligado á retroceder y el fluido que entró primero sale al condensador ó á la chimenea por el conducto central.

Si la máquina es de expansión y por lo tanto fuese necesario suspender la entrada del vapor en cierto momento, la corredera tiene unos rebordes que le permiten llegar á cubrir las tres lumbreras á la vez y su curso es forzosamente más largo. Esto sucede cuando la expansión es *fija* como en la mayor parte de las locomotoras en que sería difícil aplicar aparatos de alguna complicación, pero en las máquinas fijas de bastante fuerza se utiliza la *expansión variable* que se obtiene á mano ó automáticamente durante la marcha del motor, con el auxilio de aparatos especiales.

Entre estos son los principales los de Meyer y Farcot. En el sistema Meyer la corredera ó concha de la caja de distribución consiste en un prisma rectangular de fundición que tiene dos taladros que corresponden con las lumbreras del cilindro, viniendo á coincidir al final de su carrera con los orificios de distribución. La superficie superior de la corredera está perfectamente lisa y sobre ella resbalan dos placas de fundición que forman cuerpo con dos tuercas de bronce montadas sobre un tornillo que tiene la espira inclinada hácia la derecha desde un extremo hasta la mitad, y hácia la

izquierda desde la mitad hasta el otro extremo. Como las tuercas están mantenidas en una posición fija, con sólo hacer girar el tornillo se consigue adelantar ó retroceder las placas de fundición y por consiguiente cerrar ó abrir á voluntad las lumbreras de la corredera interceptando ó dejando libre la entrada del vapor en el cilindro.

En el sistema Farcot, la corredera es también una pieza de fundición con dos taladros que corresponden y son del mismo diámetro que los del cilindro. En la parte superior del prisma estos taladros están cerrados por una placa que sólo presenta tres agujeros encima de cada taladro. Sobre esta placa que es fija puede resbalar otra movable con dos agujeros que según el lugar que ocupan con relación á la fija, permiten obrar á plena presión ó con expansión variable.

Se conocen otros procedimientos como son los de *Corlis* y el de *válvulas*, pero basta lo explicado para darse cuenta de la manera de obtener la expansión.

XIII. *Órganos*.—En las máquinas de vapor se usan los que ya conocemos y hemos descrito con los nombres de *biela*, *manivela*, *volante*, *excéntrica*, *reguladores*, *árbol*, *rueda dentada*, etc. La combinación de estos órganos transmite, transforma, dirige y regulari-

ESTABLECIMIENTO
DE
INTENDENCIA
BIBLIOTECA



za los movimientos que origina la fuerza del vapor, dando su diverso modo de agruparse y funcionar, origen á las diferentes clases de máquinas, de las cuales nos vamos ocupar de una manera elemental.

XIV. *Máquina fija de balancín.*— El vapor conducido desde la caldera por medio de un tubo, entra en la caja de distribución, en cuyo interior se mueve la corredera con expansión fija ó variable, ó sin expansión, en la forma que hemos descrito para cada caso. Puesto en movimiento el pistón dentro del cilindro por efecto de la presión del vapor de agua, se mueve á su vez, como es consiguiente, el vástago del émbolo y obliga á mover al balancín, que es una gran pieza muy resistente construida de hierro, y apoyada en su centro por medio de dos muñones sobre unos cojinetes fijos en soportes de fundición sostenidos por fuertes columnas metálicas.

El extremo del balancín, opuesto al vástago, se articula á una biela y ésta á una manivela que es la que mueve el árbol produciendo la combinación de todos estos órganos la transformación del movimiento rectilíneo alternativo del vástago en circular continuo del árbol. Tal es la función principal de la máquina que tiene además otros órganos que completan sus ac-

ciones. Son estos; la excéntrica fija al árbol motor y provista de dos varillas que parten de puntos opuestos de un diámetro y van hasta la caja de distribución, cerca de la cual se unen, y se articulan á otra varilla que mueve la corredera, transformándose aquí el movimiento circular continuo de la excéntrica en uno de vaivén; el regulador que recibe su movimiento rotatorio por medio de una correa sin fin y un engranaje cónico del árbol motor, poniendo en comunicación el anillo articulado á las bolas con la válvula de admisión de vapor, de tal modo que ésta se cierra ó abre más ó menos cuando las bolas suben ó bajan por la fuerza centrífuga que desarrolla la rotación; el votante fijo al árbol y que desempeña como ya sabemos el papel de almacenar la fuerza para vencer los puntos muertos.

El vapor después que ha producido su efecto pasa al condensador que es un aparato donde se liquida por virtud del agua contenida en él. Esta agua es inyectada en el condensador por una bomba movida por el balancín, pero como en el momento de condensarse el vapor, se mezcla con el agua y eleva la temperatura de ésta hasta el punto de que después de algún tiempo no serviría para nuevas condensaciones, otra bomba también movida por el balancín, extrae el líquido del

condensador y lo conduce al depósito de agua para alimentar la caldera.

Estas máquinas son muy costosas y delicadas, de movimientos muy delicados y producen poco efecto útil.

XV. *Máquinas fijas sin balancín.*—La primera modificación que sufrieron las máquinas como la descrita, fué la supresión del balancín y sus soportes, que hacían pesado el aparato y de difícil instalación. A este efecto se articuló directamente el extremo del vástago á la biela, ésta á la manivela y luego al árbol motor, pero para evitar que las tracciones hagan perder á la varilla del pistón su forma recta, ésta corre por entre dos guías formadas por varillas fijas de fundición. A estas máquinas se las llama de *tracción directa*, exigen poco terreno para instalarse, se colocan con facilidad y tienen la ventaja de que el árbol motor puede situarse á bastante altura. El cilindro, como en las anteriores está colocado en el sentido vertical de su eje y sujeto á una obra de mampostería por medio de una placa de fundición.

Máquinas horizontales.—No difieren de las descritas en nada esencial. La disposición del cilindro es horizontal, y la de todos los demás órganos se subordi-

nan á ella, ofreciendo esta clase de aparatos inapreciables ventajas por el poco espacio ocupado, el esfuerzo que desarrollan y la poca trepidación que producen. Por efecto de su pequeña altura tienen una gran estabilidad y son las que permiten con mayores ventajas el establecimiento de dos cuerpos de bomba que reciban uno el vapor á plena presión y otro la fuerza expansiva del vapor usado (Woolf y compound). El temor que al principio se tenía de que por la posición del cilindro se ovalase éste, efecto del peso del pistón, ha desaparecido en la práctica.

XVI. *Máquinas oscilantes.*—Se llaman así porque el cilindro apoyado por dos muñones en su parte media oscila de un lado á otro. Este cilindro gira alrededor de un eje perpendicular al suyo y este movimiento es producido por haberse suprimido la biela, articulando directamente el extremo del vástago á la manivela y ésta al árbol motor. La admisión del vapor se verifica en estas máquinas por uno de los muñones, que es la parte del cilindro que menos se mueve, y el mismo movimiento oscilante es el que deja abiertas ó cerradas las lumbreras de admisión del vapor.

Este aparato tiene la única ventaja del poco espacio que ocupa, pero en cambio es muy delicado y su

distribución origina fugas, por lo cual su uso no se ha generalizado mucho.

XVII. *Máquinas rotativas.*—Hasta ahora hemos visto que dentro del cilindro se movía un émbolo con movimiento rectilíneo alternativo que después se transformaba en circular continuo, pero desde hace mucho tiempo se estudia el modo de conseguir un movimiento primordial circular continuo. Para dar idea de la manera como funcionan estas máquinas, citaremos la propuesta por Watt que únicamente es admisible en teoría.

En el interior del cilindro existe un eje, al cual se sujeta un diafragma que llega hasta las paredes interiores. Al entrar el vapor en el interior del cuerpo de bomba obliga á moverse al diafragma y por consiguiente al eje que se pone en rotación transmitiendo este movimiento á un volante. En el momento en que el vapor ha entrado en el cilindro, se cierra la puerta de admisión y se abre la que conduce al condensador, por donde escapa el gas después de producir su efecto.

La dificultad que presenta este aparato para que sea práctico estriba principalmente en que no puede existir separación completa entre la caldera y el condensador.

XVIII. *Máquinas semi-fijas.*—La necesidad de un motor fácilmente transportable y que no exigiera los trabajos de instalación inherentes á las máquinas fijas, ha sido reconocida desde que las máquinas de vapor empezaron á ser aplicadas á todo género de trabajos. De aquí nació la construcción de las máquinas semi-fijas y locomóviles.

Las máquinas semi-fijas están montadas sobre soportes ó caballetes de hierro que se fijan al suelo por medio de tornillos y su mecanismo es el de una máquina de vapor horizontal dispuesta sobre una placa de fundición que descansa sobre el generador en lugar de estar independiente como en las máquinas fijas. Esta disposición es ventajosa porque establece una perfecta solidaridad entre todas las piezas y permite instalarla y desmontarla sin peligro de averías, pero no está exenta de inconvenientes.

La caldera ó generador es tubular, y la constituye un cuerpo cilíndrico, horizontal generalmente, unido por sus extremos á otro vertical donde está el hogar y la cámara de vapor que desde allí marcha á la distribución. El cuerpo cilíndrico horizontal ó caldera está lleno de agua hasta cubrir por lo menos los tubos que la atraviesan en toda su longitud partiendo del hogar y terminando en la chimenea.

El mecanismo de la máquina en nada se diferencia del de las horizontales fijas y por eso omitimos entrar en su descripción, siendo excusado decir que el generador vá provisto de todos los aparatos necesarios de alimentación y seguridad.

XIX. *Máquinas locomóviles.*—Si suponemos la anterior desprovista de los caballetes de hierro y montada sobre un carruaje tendremos la locomóvil, y por consiguiente todo cuanto se diga de ésta se refiere á la semi-fija y vice-versa.

Las locomóviles y semi-fijas pueden también adoptar una posición vertical, que tiene la ventaja de ocupar menor espacio, razón por la cual su uso se generaliza.

Estos aparatos están montados directamente sobre la caldera, formando un sólo cuerpo con ella, disposición sencilla, pero viciosa, porque la caldera no puede menos de sufrir el efecto de los choques y trepidaciones producidas por el movimiento de la máquina, dando lugar á que los redoblones huelguen con facilidad, se separen de las planchas y acaben por salir el agua y vapor.

Otro inconveniente de semejante disposición es la temperatura elevada que alcanzan los órganos de la

máquina lo que dificulta la operación del engrase, pues el aceite se seca dando origen á resistencias considerables que llevan consigo pérdidas de fuerza por un lado, desgaste de piezas por otro y por último, reparaciones frecuentes.

Su ventaja principal, que como hemos dicho consiste en la facilidad para el transporte, compensa muchos de los inconvenientes enumerados.

XX. *Locomotoras.*—La locomotora es una máquina de vapor que puede trasladarse por sí misma, merced á disposiciones especiales, arrastrando el hogar, caldera y chimenea.

Puede considerarse este aparato de dos modos distintos; como máquina y como vehículo. Al hablar de ella en el primer aspecto la describiremos fijándonos en los detalles que la hacen diferir de las demás máquinas, ya que esta es de uso muy general en las tracciones de ferro-carriles, tomando como modelo una de las adoptadas en las líneas de España.

La caldera es tubular en un todo igual á las descritas al tratar de este asunto. En la parte anterior lleva una chimenea colocada sobre la caja de humos provista de unas puertas para su limpieza; y en la parte posterior está situada la caja de fuego, encima de la cual

y al alcance de la mano del maquinista están los grifos, palancas, llaves, tubos de nivel, manómetros y cuantos aparatos acompañan á las calderas, añadiendo á ésto dos tubos que conducen vapor desde el generador al ténder para calentar algún tanto el agua de alimentación. Estos tubos *calentadores* van á desembocar en otros de *alimentación* que conducen el agua al Giffard situado también en sitio accesible al maquinista. El vapor que ha de hacer funcionar este aparato se toma de una cámara saliente situada sobre la caldera y en el sitio más próximo á la plataforma. Sobre esta cámara hay un silbato de escape de vapor, que se hace funcionar tirando de una cadena que mueve la válvula y deja que el vapor salga y choque contra los bordes de una campana.

El vapor producido en la caldera se almacena en una gran cámara situada sobre el generador y próxima á la chimenea. De la parte alta de esta cámara arranca un ancho tubo que se bifurca en dos para conducir el vapor á cada uno de los cuerpos de bomba. Este tubo no está abierto completamente sinó que sólo deja entrada al vapor por dos ranuras ú orificios que pueden ser tapados por una corredera articulada á una barra que el maquinista maneja desde la plataforma, suspendiendo la entrada del vapor á los cilindros ó facilitán-

dola según los casos. En la parte superior de la cúpula que forma esta cámara existen dos válvulas de seguridad, que á uno de sus extremos llevan una varilla acodada después en ángulo recto y penetrando en un tubo que tiene en su interior una espiral metálica que hace el papel de contrapeso.

En comunicación con las dos cajas de distribución existe también un tubo encargado de lanzar á la chimenea el vapor usado, y su orificio de salida puede cerrarse más ó menos por medio de otra palanca manejada por el maquinista para activar el tiro lo que sea necesario.

Sobre la caldera se observa también en todas las locomotoras una caja prismática de palastro cuyo objeto es contener arena gruesa que unos tubos dejan caer al carril correspondiente. El maquinista desde la plataforma dá salida á la arena cuando no agarran bien las ruedas y la máquina *patina*, es decir, cuando las ruedas giran sin obtenerse movimiento de translación, circunstancia debida la mayoría de las veces á que los carriles están humedecidos por las nieblas.

Tal es el aspecto exterior de la caldera de una locomotora. Veamos ahora sus receptores y órganos de transmisión.

El vapor que arranca de su cámara es conducido

por los tubos que hemos dicho á las cajas de distribución colocadas sobre los cilindros. Estos, que siémpre son dos, están situados á ambos lados de la máquina, debajo de la caja de humos y en posición horizontal. El vástago del émbolo se une á la manivela pasando antes por entre dos barras paralelas que guían su movimiento, y la biela, pasando también por otra guía se une á la rueda motora, á la que imprime un movimiento de rotación que obliga á otro igual en las demás ruedas.

Pero con objeto de hacer menos violento el esfuerzo, se *acoplan* los pares de ruedas, es decir, se ligan de tal modo que aún cuando no pertenezcan á un mismo eje, los movimientos de las unas dependen inmediatamente de los de las otras. Para conseguir esto es preciso que las ruedas que se acoplen tengan igual diámetro, y además que se unan por medio de bielas cuya longitud sea precisamente igual á la separación de los ejes. De este modo se consigue que las seis ú ocho ruedas de la máquina puedan considerarse como motrices aumentando la adherencia con los carriles y la fuerza de tracción.

El acoplamiento no podría hacerse con una barra que alcanzara todas las ruedas, porque además de la dificultad de forjar barra tan larga, tendría el conjun-

to una rigidez inconveniente, pues debiendo ser la posición de la biela siempre paralela al suelo y deformándose este algo al paso del tren, la rigidez no la permitiría amoldarse á estas inflexiones. Por esta razón se ponen articulaciones que unan dos pares de ruedas próximas.

En el eje de las ruedas que reciben directamente la acción de la biela principal (ruedas motrices) se colocan las excéntricas encargadas de mover la corredera de la caja de distribución, dotada algunas veces de un sistema de expansión variable que el maquinista puede manejar desde la plataforma.

Todas estas disposiciones son dobles, encontrándose por lo tanto al lado opuesto del aparato otro cilindro, caja de distribución, ruedas, bielas, etc., pero articulados todos los aparatos de transmisión en ángulo recto para evitar el inconveniente de los puntos muertos.

El bastidor ó camión que soporta la máquina es un rectángulo formado de largueros y travesaños fuertemente sujetos para sostener la caldera y hacer que el peso de ésta y el del mecanismo cargue sobre las ruedas. Los cilindros van sólidamente afirmados en los largueros del bastidor.

Pudieran estudiarse en las locomotoras otros mu-

chos detalles relacionados con las formas del bastidor, apoyos de la caldera, aparatos de choque y tracción, muelles, cajas de grasa, ejes, ruedas, contrapesos, etcétera, pero esto sería considerando al aparato como vehículo, y no entraría en el objeto de estos apuntes y menos de este capítulo que sólo trata de las máquinas recibiendo la acción de la fuerza, sin las condiciones técnicas de su aplicación á industrias determinadas, como sería en este caso la de transportes por ferrocarril.

Haremos por último una ligera referencia al tender, como aparato indispensable para la alimentación de las locomotoras.

El tender es un cajón de hierro laminado, montado sobre un bastidor también de hierro con una plataforma ó puentecillo que se une al de la locomotora, por cuya razón ésta y aquél pueden considerarse como un sólo vehículo en cuanto á la comodidad del servicio. El tender tiene fondo y tres caras verticales, las de los costados y la posterior, y circunscrita á estas tres caras ésta la *caja de agua* que afecta la forma de U, quedando entre las ramas de ésta una capacidad de siete á ocho metros cúbicos destinada á depósito de carbón. En la parte posterior y superior de la caja de agua hay un agujero provisto de colador por donde se

introduce el agua, y de la parte anterior de las dos ramas arrancan los tubos que la conducen á la caldera, uniéndose á otros que parten de ésta y enchufan con los primeros por medio de mangas elásticas, indispensables para efectuar las aproximaciones y alejamientos del tender y la máquina, así como para el paso de las curvas.

VI

MOTORES DE GAS, PETRÓLEO Y AIRE CALIENTE.

SUMARIO.--I.--Motores de gas: Origen de la fuerza de estos motores.--II.--Su clasificación.--III.--Mezclas gaseosas.--IV.--Principales tipos de motores de gas: Motor Otto: Su funcionamiento: Motor François.--V.--Generadores de gas; modelo Dowson.--VI.--Procedimiento de obtención del gas Dowson.--VII.--Motores de petróleo: máquina agrícola de Lenoir.--VIII.--Motores de aire caliente; motores Belou y Rider.

I. *Motores de gas.*—Se comprenden bajo esta denominación los aparatos en los cuales se utiliza como fuerza motriz el poder de expansión de una mezcla de gas del alumbrado y aire atmosférico inflamada súbitamente en el interior de un cilindro.

El gas y el aire atmosférico forman una mezcla que en proporciones convenientes alimentan al motor, produciendo una explosión tan luego como se ponen los elementos gaseosos en contacto con un cuerpo en ignición, como por ejemplo, la pequeña llama de las

máquinas Otto. El gas en tal caso arde y los productos de la combustión violentamente dilatados empujan al pistón que funciona dentro de un cuerpo de bomba, y engendran de este modo la fuerza motriz. Desde luego se vé que la combustión juega aquí un papel importante, y en ella el aire, cuya composición nos es conocida. Cuando un cuerpo arde al aire es porque combinándose con el oxígeno dá lugar á la formación de un compuesto químico cuyo efecto inmediato es la transformación de un trabajo molecular en calor, que concentrado en un punto produce una elevación de temperatura y una dilatación de gases, utilizables una y otra de distintas maneras. Los efectos de la explosión se explican por el acrecentamiento de volúmen que el gas toma instantáneamente, y cuya consecuencia es un aumento rápido de presión de dentro á fuera sobre las paredes del recipiente en que el fenómeno tiene lugar.

II. Los motores de gas admitidos por el uso se clasifican en cuatro grupos:

- 1.º Motores de explosión, sin compresión.
- 2.º Motores de explosión, con compresión.
- 3.º Motores de explosión, de simple efecto, ó atmosféricos; y

4.º Motores de combustión, con compresión.

III. Antes de entrar en la descripción de las principales máquinas de gas, conviene recordar algunas noticias referentes á las mezclas gaseosas. El gas del alumbrado, ordinariamente empleado para estos motores, tiene una composición muy compleja, que aproximadamente es la siguiente:

Hidrógeno.	480 litros, produciendo	1.247 calorías
Protocarburo de hidrógeno	350 » »	2.958 »
Óxido de carbono.	90 » »	212 »
Bicarburo, acetileno, bencina, y compuestos análogos.	80 » »	1 121 »
	<hr/>	<hr/>
	1.000 » »	5.538 »

Por consiguiente puede tomarse como base de cálculos para el establecimiento de los motores de gas la cifra media de 5.500 calorías producidas por la combustión de un metro cúbico de gas. Para obtener esta combustión, es necesario un volúmen de aire que variará necesariamente con la proporción de los elementos que entren en la composición del gas del alumbrado, pero que por la composición aproximada que ya hemos indicado, vendrá á ser el de 5'893 m.³ En

la mezcla formada por un metro cúbico de gas y 5'893 de aire habrá una combustión cuyos productos serán:

Ácido carbónico.	.	0'583 m ³
Vapor de agua.	.	1'347 »
Nitrógeno.	.	4'691 »
		<hr/>
		6'621 »

resultando el volúmen primitivo reducido en 0'272 m.³

Todo esto en cuanto á las consideraciones teóricas. En la práctica se mezclan el aire y el gas en la proporción de 93 del primero por 7 del segundo, que en el momento de la explosión producen una temperatura que oscila entre 1.000° á 1.700°, elevación que se opondría á la buena marcha de los aparatos, sinó se tuviese la precaución de rodear los cilindros con envolventes exteriores y recurrir al empleo de la refrigeración por el agua.

IV. Aún cuando ya hemos indicado de cuantas clases pueden ser estas máquinas, lo elemental de estos apuntes nos impide entrar en la descripción detallada de las comprendidas en cada grupo, y por lo tanto nos limitaremos á describir las de uso más corriente en la industria, dentro de las más perfeccionadas.

Todas ellas recuerdan por su aspecto, movimiento y estructura las máquinas de vapor, puesto que, como ellas, constan de un cilindro que recibe el fluido gaseoso, un pistón, biela y manivela, y un volante que regulariza el movimiento; pero esta semejanza no pasa de ser aparente, pues á poco que se observe su marcha se advierte que ésta vá acompañada de una série de pequeñas detonaciones efectuadas periódicamente, y se nota que á la inmediación del cilindro surge intermitente de un tubo ú orificio vertical una llama, ó se produce el paso de una chispa eléctrica, caracteres todos que son los distintivos de esta clase de motores en marcha.

Motor Otto. (*) — Al primer golpe de vista se observa en esta máquina la existencia de un cilindro horizontal y único, abierto por un extremo y cerrado por el opuesto; en su interior funciona un pistón que en las emboladas no llega al fondo del cuerpo de bomba, dejando en su carrera un espacio llamado *cámara de compresión*, que en los tipos ordinarios alcanza una capacidad de $\frac{2}{5}$ de la total del cilindro.

Todos los órganos de distribución están puestos en movimiento por un árbol exterior y paralelo al eje del cilindro, que recibe su acción de los volantes por medio

(*) *Alladill.*—Estudio acerca del motor de gas Otto.

de un engranaje cónico de tal modo dispuesto que cada dos vueltas de volante determina una rotación del árbol. Posée éste dos manguitos provistos de excéntricas, que sirven, el primero para regular la entrada del gas, y el segundo la salida del mismo.

Desde luego llama la atención la gran masa de los dos volantes iguales de que está dotado este aparato, y que dando unas 150 vueltas por minuto, almacenan el trabajo del pistón, para regular la marcha. De cada cuatro golpes de émbolo, uno sólo, el que sigue inmediatamente á la detonación transmite al árbol una fuerza motriz; los restantes que son de *aspiración, compresión y descarga*, consumen parte de dicha fuerza. Esta desigualdad de los esfuerzos motores justifica la gran masa de los volantes convertidos en acumuladores de una fuerza viva complementaria de la del pistón en los tres momentos resistentes ya mencionados. Así pues, el trabajo motor ó útil rendido por la máquina es la diferencia entre el que realiza la explosión y el que se consume en los tres momentos pasivos. Un período completo de función se cumple en dos vueltas de volante ó sean cuatro emboladas, dos de avance y dos de retroceso, y de estos cuatro golpes de pistón corresponden:

El 1.º de avance, á la aspiración de la mezcla.

El 2.º de retroceso, á la compresión de la misma.

El 3.º de avance, á la explosión; y

El 4.º de retroceso, á la expulsión de los productos.

La primera es una sencilla absorción, consecuencia inmediata del vacío que hace el pistón al separarse del fondo del cilindro, ó mejor, de la cámara de compresión; el gas y el aire se precipitan violentamente en el interior del cilindro por los huecos que ofrece la caja de distribución. Al llegar el pistón á la extremidad de su carrera, se cierran las válvulas de admisión por el movimiento mismo de la caja y queda encerrada en el cilindro la carga de mezcla gaseosa.

La segunda embolada es como la anterior, momento resistente aunque en mayor escala y tiene un doble aspecto beneficioso disminuyendo las proporciones del cilindro y su superficie interior de calentamiento.

La tercera fase, de avance, comienza por la inflamación de la mezcla. Comprimida ésta, el movimiento de la caja es tal, que dá paso á una pequeña llama procedente de un mechero que inflama la mezcla produciendo su explosión y con ella la expansión de gases por el calor desenvuelto, avanzando el pistón por la presión que en su fondo ejercen los gases dilatados. Esta es la fase activa. La combustión tiene lugar de

un modo desigual por la manera de componerse la masa gaseosa. En el cilindro Otto, se introducen mezclas detonantes heterogéneas, esto es, de composiciones diferentes, puesto que en la caja de distribución se admiten primero mezclas débilmente explosivas formadas de 5 partes de gas y 16 de aire, y luego mezclas fuertemente explosivas compuestas de 7 de aire y 3 de gas. Los fluidos que componen la masa, unos comburentes como el oxígeno, otros combustibles como el hidrógeno y sus carburos, los inertes como el nitrógeno y los residuos casi inapreciables de las combustiones, no se hallan distribuidos con uniformidad en la cavidad cilíndrica, sino que siguen un orden decreciente de inflamabilidad, de modo que las partes más explosivas se hallan en el fondo de la cámara de compresión cerca de la llanura que ha de iniciar la combustión, y sucesivamente las capas menos inflamables son las que más se acercan á la cara interna del pistón. De esta manera las inflamaciones sucesivas, de una duración prolongada, engendran un calor que, lejos de producirse de una vez, se desenvuelve gradualmente dilatando de un modo progresivo los gases. No existe tensión súbita, como la que resultaría de una explosión instantánea pero sí una expansión regular que

ejerce sobre el pistón una presión continúa, sin choques ni sacudidas de ninguna especie.

La cuarta fase, de retroceso, es como las dos primeras, *pasiva*, y se desarrolla por la fuerza que existe almacenada en los volantes; al retroceder el pistón lleva delante de su cara interna los productos de la combustión, fríos y sin ningún valor, expulsándolos al exterior por el aparato de descarga.

Para contrarrestar la elevación de temperatura en el interior del cilindro, éste es doble, es decir, compuesto de dos cilindros de diferente diámetro, pero de igual longitud de ejes y generatrices. El espacio anular que queda entre ambos se halla ocupado por agua, cuya entrada se verifica por un orificio colocado próximo á la caja de distribución, y cuya salida tiene lugar por un tubo que arranca de la generatriz superior del cilindro envolvente. Debe procurarse que esta agua refrigerante no alcance nunca más de 75.º

Las funciones de admisión se cumplen como en todas las máquinas por la caja de distribución, cuyo órgano principal es una placa metálica rectangular aprisionada por una contra-placa, cuya presión es ejercida por varios resortes que deben oprimirla. La plancha metálica presenta en su superficie varios orificios circulares llamados *difusores*, que dan paso al gas en

pequeñísimas porciones; dos taladros rectangulares para los mecheros; y otros cuadrados para la entrada del aire, calculados todos de tal manera que se efectuen las mezclas en las proporciones que quedan indicadas, durante la marcha de la placa mencionada, marcha cuyo cielo semeja una elipse de eje mayor horizontal muy prolongado en relación al vertical y menor. Este movimiento es originado por la excéntrica de uno de los manguitos que digimos se hallaban situados en un eje exterior y paralelo al del cilindro.

Veamos ahora el escape ó expulsión de gases, que constituye el cuarto momento del período completo. El cilindro tiene en uno de sus costados un conducto ordinariamente cerrado por una válvula fija á un árbol acodado, que saliendo al exterior recibe su movimiento por la excéntrica del segundo manguito de que hablamos al principio. Por virtud de este movimiento, el árbol acodado y la válvula fija en él, varían de posición en el momento oportuno y dejan al descubierto el tubo que conduce los productos de la inflamación.

De otros aparatos y órganos está dotada la máquina sistema Otto, y entre ellos pudiera citarse el engrasador automático, sumamente original, pero prescindimos de su descripción por no afectar al movimiento y modo de funcionar de estos motores.

Para poner en marcha la máquina, no basta abrir las diferentes llaves que permiten la llegada del gas al cuerpo de bomba, sino que, para producir en el interior de éste la primera explosión, hay que empezar por dar á los volantes algunas vueltas á brazo, hasta que el pistón reciba el impulso debido á sí mismo y nó á la fuerza muscular. La admisión del gas se asegura con sólo la rotación á mano de los volantes, pero no así la inflamación y detonación de la mezcla, y de aquí que á veces resulte aboriosa la operación de poner en marcha estos motores, porque la cavidad interna del cilindro refrigerada durante el descanso, no favorece la explosión de la mezcla gaseosa; y por otra parte se requiere en los mecheros una minuciosa regularización, así como en las llaves de entrada del gas.

Motor François.—Esta máquina, de disposición vertical es de las llamadas de simple efecto ó *atmosféricas*. Se compone de una columna de fundición sólidamente sujeta á un zócalo fijo al suelo. La parte inferior de esta columna presenta mayor diámetro que la superior y encierra al cilindro con su doble envolvente para la refrigeración; mientras que el resto sirve para guiar el movimiento del vástago á cuyo extremo se articula una biela que por el intermedio de la manivela transmite el movimiento al gran volante. De

esta misma manivela parte una varilla que descendiendo hasta la parte que en la columna ocupa el cilindro, pone en movimiento el aparato de distribución. Puesto el pistón en marcha ascendente, está combinado de tal modo el movimiento de la varilla que dejando al descubierto los orificios de admisión de gas y aire, se introduce la mezcla, al mismo tiempo que una pequeña llama inflama á ésta y empuja al pistón por la dilatación de gases. La bajada del émbolo se halla determinada, no sólo por la fuerza que almacena el volante sinó por un vacío parcial que se produce por efecto del enfriamiento originado por el agua refrigerante.

V. *Generadores de gas.*—El gas del alumbrado que como hemos dicho produce la impulsión del émbolo dentro del cuerpo de bomba, en los motores descritos en este capítulo, ha sido reemplazado por otras mezclas gaseosas cuyo resultado es el mismo ó parecido; y entre los ensayos hechos con objeto de abolir el uso del gas de hulla, ninguno puede prometerse porvenir más halagüeño que el que tiende á descomponer el agua en sus elementos. (*)

Los sistemas conducentes á este fin son varios, y

(*) Véase Generador y motor de gas, en la factoría de Pamplona por D. Julio Alladill.—Boletín de A. M.—1891.

de entre ellos describiremos el de *Mr. Dowson* que ha dado nombre al aparato. Consta éste de tres cuerpos denominados *generador, gasógeno y gasómetro*.

El generador consiste en dos cilindros concéntricos de hierro fundido, que dejan como es consiguiente un espacio anular destinado á caldera. El hogar se halla en el centro de este aparato determinado por el cilindro menor, y en su periferia interna se observa la existencia de un tubo en forma de serpentín, que partiendo del punto más alto de la caldera, se halla constantemente expuesto á la acción directa del fuego. Por su interior circula el vapor de agua procedente de la caldera hasta el momento de ser lanzado al gasógeno. Por último la caldera está provista de cuantos aparatos de seguridad y alimentación son necesarios á esta clase de generadores.

El gasógeno se halla situado á un costado del anterior, y está formado por un cilindro de mayores dimensiones que el del generador cerrado por toda la superficie cilíndrica á excepción del tercio inferior, en la cual se halla una cámara cuya puerta se cierra en el momento de funcionar el aparato. Sobre esta cámara se halla la parrilla en que descansa el combustible que produce el gas, parrilla que se puede desmontar barra por barra para limpiar escrupulosamente la cámara su-

perior, recubierta de una materia refractaria que conserva el calor y evita la destrucción del hierro por la oxidación que sin este preservativo tendría lugar.

La cubierta ó base alta de este cilindro presenta varios orificios; los más pequeños son dos, simétricos en su posición y se cierran con pesados tapones que sólo se levantan para comprobar la producción de gas. Otro orificio, el mayor, es el que corresponde á la trompa de carga situada en el centro y dentro de la cual se aloja una válvula en forma de embudo invertido, que desciende al ascender el contrapeso de una palanca que sale al exterior. Por último, otro orificio de gran diámetro corresponde al tubo de conducción del gas al gasómetro.

Este aparato se compone de un tanque cilíndrico de hierro dentro del cual existe otro de radio 5 centímetros menor, quedando entre ambos un espacio anular abierto solamente por su parte alta, y lleno de agua. Este espacio anular sirve también de alojamiento á una campana cuya cúpula cubre el hueco determinado por el cilindro menor ó sea el destinado á almacenar el gas. Esta campana movable asciende á medida que se llena de gas el aparato ó desciende cuando se desocupa, para lo cual necesita poseer contrapesos

y suspensiones análogas á los que tienen los gasómetros del gas del alumbrado.

El *depurador* se halla situado en el fondo del gasómetro y le constituye una masa de cok desmenuzado y humedecido, á través del cual se vé forzado á pasar el gas.

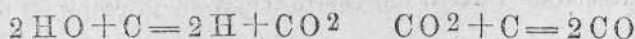
VI. El procedimiento para obtener éste es el siguiente. Se carga de cok en su parte alta el hogar del generador, iniciando la combustión con leña, se sostiene el nivel de agua en la caldera hasta la mitad de su altura y se aviva la combustión procurando que el manómetro no pase de $3 \frac{1}{2}$ atmósferas.

Mientras tanto se carga el gasógeno disponiendo sobre la regilla leña ú otra materia combustible y encima una capa de antracita. Cuando la combustión se ha iniciado se cierra la portezuela del hogar y se abre la llave del tubo que conduce el vapor de agua de la caldera. Bajo la presión del vapor, la mezcla de éste y del aire que se introduce en el gasógeno atraviesa forzosamente el fuego, de modo que el combustible se halla mantenido á una elevada temperatura, al mismo tiempo que el vapor de agua es descompuesto, y de este modo operando con uniformidad se logra producir también con uniformidad y constancia el gas apete-

cido, de tal modo que la calidad del producto no sufra alteración.

Al funcionar el aparato los fenómenos producidos en su interior son los siguientes:

Lanzado el chorro de vapor contra la masa del combustible incandescente, se descompone el agua, y su oxígeno combinándose con el carbono origina el desprendimiento de ácido carbónico, el cual, arrastrado por el aire se vé forzado á seguir ascendiendo y atravesando mayor cantidad de carbón, por cuya razón se transforma en óxido de carbono, reacciones ambas que darían por resultado definitivo la producción en volúmenes iguales de los gases combustibles hidrógeno y óxido de carbono, si tanto el agua como la antracita no tuvieran cal, azufre, ácido sulfhídrico, etc., etc.



Diremos por último, que para la producción del gas Dowson se necesita 1'50 litros de agua y 0'160 kilogramos de antracita con cuyas cantidades se produce un metro cúbico de gas.

El combustible, cuando se trata de obtener un producto regularmente puro, debe ser la antracita ó cok de fundición, que no dan gran cantidad de vapores condensables ni otras impurezas; pero merece preferencia

la antracita, porque el cok exige doble carga en el gasógeno, deteriora más el aparato, no dá residuos aprovechables y resulta más caro.

VII. *Motores de petróleo.*—Se hallan contruidos de una manera análoga á los de gas, empleándose en ellos para producir la fuerza, mezclas de aire y carburos de hidrógeno procedentes de las esencias que resultan de la destilación de aceites de petróleo. Inflammadas estas mezclas producen el mismo trabajo que las del gas del alumbrado.

Aunque poco generalizado el uso de estos motores, podemos describirlos refiriéndonos al *motor-agricola* de Lenoir. Sobre un carro se halla colocada la máquina de disposición exactamente igual á cualquiera de las descritas. Puesto en comunicación con el cilindro se halla el carburador, formado por un recipiente cilíndrico dispuesto horizontalmente y móvil alrededor de un eje sostenido en dos coginetes. El interior de este cilindro se halla dividido en varios compartimientos llenos de esponjas empapadas del hidro-carburo líquido. Una biela puesta en movimiento por el mismo motor obliga á este cilindro á sufrir una rotación cada cinco minutos. El aire aspirado por el pistón del cuerpo de bomba, pasa por el carburador y se carga de

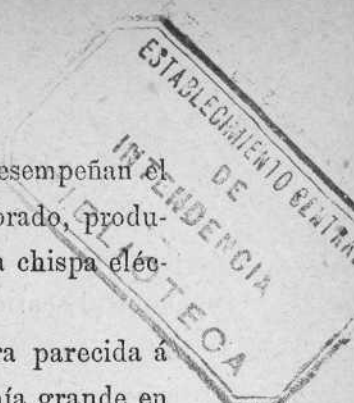
vapores inflamables que de este modo desempeñan el mismo papel que los del gas del alumbrado, produciéndose la explosión por el paso de una chispa eléctrica.

Funcionando el motor de una manera parecida á como queda descrita, realiza una economía grande en el consumo de hidro-carburos ofreciendo además ventajas muy apreciables bajo el punto de vista de las facilidades para el transporte y alimentación.

VIII. *Motores de aire caliente*.— Se dá este nombre á las máquinas en las cuales se eleva la temperatura del aire atmosférico para producir por medio de su fuerza expansiva un trabajo motor en condiciones económicas.

El fundamento de estos motores está en que el calórico considerado como una fuerza viva molecular es susceptible de convertirse en trabajo mecánico, principalmente en los cuerpos gaseosos cuya elevación de temperatura corresponde á un acrecentamiento de velocidad en el movimiento vibratorio de sus moléculas, y á una conversión de estos movimientos en fuerza mecánica.

El principal modelo de las máquinas de aire caliente es el de *Belou*. Se compone de tres partes prin-



cipales: la bomba de aire, el hogar y el cilindro motor. El hogar herméticamente cerrado durante el funcionamiento de la máquina es de forma cilíndrica y colocado en el sentido vertical de su eje; se halla revestido interiormente de tierra refractaria y lleva en su parte inferior una regilla sobre la cual se reparte uniformemente el combustible por medio de un órgano especial movido por la máquina, que repone el carbón en la proporción del consumo, de modo que se conserve siempre en capas de igual espesor.

La bomba inyecta una cantidad de aire que al llegar á la regilla inicia la combustión y hace que sus productos adquieran una gran temperatura. Otra parte del aire inyectado penetra por orificios superiores á la regilla y se reúne con los gases que se desprenden del carbón incandescente produciéndose un volumen gaseoso mucho mayor que el introducido por la bomba, volumen que por conductos apropiados marcha á obrar sobre el cilindro de doble efecto, cuyos movimientos y admisión son los mismos que los de las máquinas de vapor.

La cantidad de calor desprendida en la combustión se utiliza totalmente por la mezcla gaseosa, fuera de las cantidades que absorben las paredes del hogar; y el calor que aún conservan los gases al salir del cuerpo

de bomba puede utilizarse ó bien para caldear el mismo aire que ha de entrar en el hogar, ó en la calefacción de talleres, estufas, secadores, etc.

Para poner en marcha esta máquina, se enciende previamente el hogar y se establece el tiro por un tubo que después se cierra herméticamente. Cuando la capa de combustible está en ignición se abre la llave de un conducto que comunica con un depósito de aire comprimido, y llegando éste á la regilla adquiere una tensión suficiente para mover el pistón, que una vez funcionando pone en movimiento la bomba, y la máquina continúa por su propia fuerza.

El motor *Rider* tiene sobre el descrito una gran ventaja y una particularidad, que es la de no necesitar órgano alguno de distribución, lo que le dá un carácter grande de originalidad y una superioridad sobre los demás, pues sabido es que uno de los inconvenientes más grandes de las máquinas motrices es la delicadeza que exigen esta clase de órganos.

Consta de tres partes que son: un cilindro de compresión, un cilindro motor y el regenerador. La parte inferior del cilindro de compresión está rodeada de agua fría, mientras que la del cilindro motor está colocada sobre un hogar. Los pistones de ambos se acercan bastante al fondo en sus posiciones extremas, y se

articulan á sus respectivas bielas y manivelas que van á parar á un solo árbol provisto de volante.

Su modo de funcionar es el siguiente: por la acción del fuego, el émbolo del cilindro calentado se levanta á impulso de la presión que sobre él ejerce el aire que hay debajo, y este aire al continuar dilatándose llega al regenerador que es un conducto que pone en comunicación á ambos cilindros y por el cual el aire penetra atravesando multitud de placas metálicas agujereadas que le obligan á dividirse en filetes delgados. Al llegar el aire al cilindro refrigerado obliga á que baje el pistón hasta que enfriado bastante vuelve nuevamente al cilindro motor por otro conducto que les une en la parte inferior, volviendo á calentarse y á elevar el pistón que había descendido por efecto del vacío.

De esta manera sigue funcionando la máquina con una sola cantidad de aire sin necesidad de válvulas, resortes ni palancas.

VII

MOTORES DE VIENTO.

SUMARIO.--I.--Origen de las corrientes de aire.--II.--Trabajo desarrollado por el viento: anemómetro.--III.--Buques de vela.--IV.--Molinos españoles.--V.--Molinos americanos: modelo Halladay.--VI.--Aplicaciones de los motores de viento.

I. Las desigualdades de temperatura producidas por la acción solar en los diferentes puntos del globo, son las que determinan el sentido en el cual soplan los vientos. El aire no se calienta por el paso de los rayos solares, porque si así fuese, las capas superiores de la atmósfera estarían durante el día más calientes que las inferiores, puesto que están más cerca del sol; y sin embargo vemos que á medida que se asciende la temperatura es menor. Lo que sucede es, que los rayos solares son absorbidos por la tierra, propagándose en ondas de calor hácia abajo en el suelo hasta pocos metros de profundidad, volviendo parte de

este calor hácia afuera y comunicándose á las capas de aire en contacto con la tierra.

La producción de los vientos depende, pues, de esta y de otras causas cuyo conocimiento no nos compete. Cuando una región se calienta, las capas de aire en contacto con el suelo se elevan en virtud de la disminución de densidad y estas capas son reemplazadas por el aire frío que afluye de las regiones vecinas. El aire calentado en las regiones superiores se dirige hácia las partes frías para reemplazar al desplazado, y de este modo se produce una doble corriente en la atmósfera; una junto á la tierra que viene de la parte fría á la parte caliente; y la otra más arriba, que vá de la parte caliente á la región fría.

El mismo efecto se produce por causa de una diferencia en el estado higrométrico de dos masas próximas de aire, pues una mezcla de este gas y agua, es menos densa que el aire seco á la misma temperatura y á la misma presión.

Esta diferencia de densidad en los diversos puntos de la atmósfera, es la causa más general de los vientos. Resulta un cambio continuo de corrientes, sobre todo entre los continentes y los mares, que no permite jamás á la atmósfera estar en equilibrio.

Las ráfagas ó golpes violentos de aire pueden tam-

bién resultar de un vacío producido por la condensación rápida de una gran cantidad de vapor de agua, como sucede en las tormentas. Se concibe entonces que el aire de las regiones inmediatas se precipite en ese espacio donde la presión es menor, y que el fenómeno se propague hasta en sentido contrario de la dirección del viento, pues la transmisión de presión se verifica con más rapidez que el movimiento de translación.

II. Es cuestión de considerable importancia para comprobar el trabajo que desarrollan los motores, la determinación del impulso que produce el aire en movimiento. El primer aparato de que se tiene noticia para medir la fuerza del viento es el del Dr. Coumé en 1667, pero no dió buen resultado. De entonces acá se han inventado otros muchos de los cuales no nos ocuparemos, limitándonos á describir el modelo *Robinson* de uso muy general.

Este *anemómetro* consta de un volante formado por dos varillas ó tubos huecos de cobre, cruzados en ángulo recto y afianzados por otros cuatro transversales que cierran un cuadrado del cual son diagonales los primeros. En los extremos de estas diagonales prolongadas existen cuatro hemisferios de láminas delgadas de cobre, huecos también, y orientados unos con respecto

á otros del mismo modo ó en términos de que siendo las bases ó secciones circulares de los cuatro perpendiculares al plano de las varillas, la sección de uno alterna con la parte convexa del inmediato. Colocado el molinete en posición horizontal y en conexión íntima con un árbol vertical de acero, los hemisferios citados, receptores del impulso del viento, girarán en cualquier sentido que éste sople. Al volante acompaña un contador de sus vueltas, compuesto de una serie de ruedas dentadas, concertadas de tal modo por medio de piñones que se asemeja mucho á la máquina de un reloj, disposición por medio de la cual puede apreciarse el número de revoluciones del volante en un tiempo conocido, y por lo tanto la fuerza que el viento podrá desarrollar.

Hechas estas ligeras indicaciones que pueden ampliarse con las teorías y resultados que se consignan en todas las obras que traten de anemografía y anemometría, pasaremos á describir algunas de las máquinas motrices más empleadas para aprovechar la fuerza del viento.

III. La primera aplicación del viento como fuerza motriz, fué hecha en los buques como medio de propulsión. De todos es conocida la disposición de las

velas en los palos de las embarcaciones y no nos detendremos en explicar la manera de funcionar los vientos para lograr la marcha de los buques. Por otra parte, con la aplicación del vapor á la navegación, son ya contados los buques de vela que utilizan la fuerza del aire, y en casos tan raros no hace falta describir lo que está al alcance de cualquier observador.

IV. Los antiguos molinos de viento que fueron y aún siguen siendo en nuestro país rudimentarias fábricas de molturación de granos, deben su fuerza al viento que mueve las aspas ó receptores. Tienen al exterior estos molinos la forma de una torre cilíndrica terminada por un cono; descansando sobre unas traviesas que forman techo al final de la parte cilíndrica hay una piedra con un rebajo semi-cilíndrico que sirve de coginete al eje de las aspas, el cual tiene una inclinación de 10° á 11° sobre el horizonte, y su extremo se apoya en otra piedra colocada al lado opuesto de la mencionada. Este eje mide de 6 á 7 metros, y está construido de un tronco de pino torneado sólo en la parte que descansa y gira sobre la piedra. Al exterior este árbol sostiene cuatro aspas compuestas de un palo ó vela de nueve metros próximamente, cruzado con otro de iguales dimensiones. Cada aspa tiene vein-

te teleras que atraviesan el palo y dos listones paralelos á él, formando peldaños. En las cabezas salientes de estas teleras se enganchan unos lienzos que oponiendo resistencia al paso del viento, obligue á éste á retirar el obstáculo y por lo tanto á mover las aspas, que están algo inclinadas con relación á la vertical para recibir mejor la dirección de los aires.

La transmisión de movimiento se verifica mediante una rueda de que está provisto el eje de las aspas. Esta rueda engrana con una linterna y de este órgano parte un árbol vertical que gira y hace poner en rotación con el pala-hierro á la piedra volandera del molino.

Desde luego salta á la vista lo primitivo de estos molinos y la dificultad de orientar las aspas según la dirección de los vientos. En algunos se ha tratado de obviar este último inconveniente por medio de un timón que partiendo de la cubierta del edificio llegase al suelo y desde él pudiera manejarse, pero esto no puede conseguirse sinó moviendo todo el techo del molino, lo cual sobre ser costoso exige obras de consideración.

La poca velocidad que comunican á las piedras por efecto de los muchos rozamientos que sufren los órganos, hace necesario dar á aquellas bastante diáme-

tro y moler bajo, con lo que se estropea la harina; causa principal de la decadencia en que se encuentran estos molinos.

V. Los molinos americanos difieren de los antiguos conocidos en España y en el resto de Europa en la forma de la rueda que recibe el impulso del viento. En lugar de las cuatro enormes velas, la rueda americana está construida con gran número de aspas estrechas, que le dan un aspecto muy distinto, y con cuya disposición se aprovecha mejor el espacio, de manera que para una capacidad dada del molino es menor el tamaño y peso de la máquina motriz.

Además de la forma circular del conjunto de aspas, están caracterizados los molinos americanos por el sistema de regulador empleado para variar la cantidad de superficie expuesta á la acción del aire de modo que se pueda obtener una fuerza uniforme ó un número constante de revoluciones con velocidades variables del viento. Podemos distinguir tres tipos principales que son: el de rueda dividida en sectores con regulador centrífugo automático y timón independiente; rueda cuyas aspas permanecen fijas, con regulador lateral consistente en una pala colocada al costado y en combinación con el timón; y por último los molinos de

aspas fijas ó nó, que carecen de timón y se orientan en sentido inverso que los anteriores.

Para no detenernos en la descripción de los modelos de cada uno de los tres tipos mencionados, explicaremos el sistema *Halladay*, que es el que en España se ha introducido con más generalidad.

Consiste esencialmente en un eje horizontal, hueco, que descansa en coginetes fijos á un collar que gira libremente sobre la placa apoyada y sujeta á los mastiles ó soportes verticales. En el extremo de dicho eje tubular vá una pieza de fundición maleable, con seis brazos que sujetan otros tantos rayos de madera. Estos rayos van unidos á cierta distancia por varillas, formando el conjunto un exágono; los extremos de los rayos están provistos de grapas que reciben los regatones de los travesaños con su abanico de varias tablas inclinadas. Al extremo del eje horizontal y sujeto al collar móvil vá una veleta ó timón que sirve para orientar el motor presentándole siempre de frente al aire.

Para regular la marcha y evitar el deterioro de las aspas, lleva un mecanismo regulador compuesto de unas varillas unidas á los listones del abanico y unos pesos en los extremos de cada varilla, de manera que al girar la rueda los pesos por la fuerza centrífuga

tienden á alejarse del centro haciendo girar en sus pivotes á los listones que llevan los abanicos, con lo cual estos se abren y ofrecen menos superficie hasta el punto de poderse presentar de canto y no ofrecer resistencia al paso del aire.

VI. El trabajo de los motores de viento está hoy limitado á dos clases de usos; trabajos de índole que admita suspensión durante una calma, y trabajos en que pueda acumularse fuerza para utilizarla cuando se quiera.

Aquí es donde el motor tiene aplicaciones importantes y entre ellas la principal es elevar agua ya para riego de huertas, jardines ó tierras de labor, ó para surtir los pisos superiores de una casa cuando no alcanza la presión, etc., etc. Se aplican también estos motores para comprimir y almacenar aire, para mover máquinas dinamo-eléctricas y para cargar acumuladores.

VIII

MOTORES ELÉCTRICOS.

SUMARIO.--I.--Fundamento de estos motores; máquinas magneto-eléctricas y dinamo-eléctricas.--II.--Máquina de Gramme; descripción del anillo; producción de las corrientes.--III.--Supresión de los imanes permanentes.--IV.--Motor Gramme, reversible.--V.--Aplicaciones de las máquinas eléctricas.

I. Llámanse motores eléctricos á los aparatos que transforman la electricidad en trabajo motor.

Antes de que pueda obtenerse este resultado es preciso que la electricidad se produzca en el aparato ó máquina, y como el fluido necesita un motor, para originarse en los conductores, dinamos, máquinas, et-
cétera, de aquí que los aparatos eléctricos para recibir el nombre de motores deban ser *reversibles*, es decir, capaces de transformar el trabajo motor en electricidad y ésta nuevamente en trabajo motor.

No vamos á ocuparnos del fundamento ó base de esta clase de motores, puesto que le suponemos conoci-

da por cuantos hayan cursado estudios de Física. Sólo diremos para hacer una referencia que facilite la consulta en caso necesario, que todas las funciones de las máquinas eléctricas se derivan de los principios de corrientes de inducción, y del sentido y energía con que se producen las corrientes que nacen, se acercan ó crecen en intensidad, con relación á las que mueren se separan ó pierden energía. Los ensayos del fluido en estas condiciones, pueden apreciarse en los galvanómetros y en su influencia sobre las agujas imantadas que encuentran á su paso. Para penetrarse bien de estos principios que suprimimos por la brevedad de estos apuntes, recomendamos la lectura en los tratados de física, de los puntos que se refieren á corrientes inducidas, imanes, electro-imanés, agujas magnéticas y máquinas de Clarke y Rumkorf.

Las máquinas eléctricas pueden funcionar por la inducción que producen los imanes permanentes, en cuyo caso se llaman *magneto-eléctricas*, ó por la de los electro-imanés y entonces se denomina *dinamo-eléctricas*. Unas y otras pueden ser de corrientes *alternas*, ó *continuas*; las primeras transmiten las corrientes inducidas tal como se producen, es decir, alternativamente directas ó inversas; y las segundas, envían siémpre las corrientes en la misma dirección por medio de comun-

tadores ó mecanismos convenientemente dispuestos.

Son tantos los motores eléctricos conocidos hasta el día y tan numerosos los descubrimientos que á cada momento se hacen en esta importante rama de la ciencia, que el estudio de la electrología en su parte dinámica, requiere mucho tiempo de que nosotros no disponemos. Sus aplicaciones á la industria van siendo muchas, pero por circunstancias que no estamos en el caso de apreciar, todas esas aplicaciones podemos decir con mayor ó menor propiedad que son ensayos y curiosidades de gabinete, y que la única que merece el nombre de verdadera industria es la de la luz ó alumbrado eléctrico, producido por las corrientes enérgicas que se originan en las máquinas de esta clase.

II. Conviene á nuestro estudio conocer por lo menos algún motor de esta naturaleza, y en la dificultad de elegir entre los muchísimos que existen, optamos por los modelos de Gramme, en atención á ser los que han servido de fundamento á casi todos los demás.

Para comprender el principio en que se funda la máquina de Gramme es preciso hacer referencia á un experimento de inducción magneto-eléctrica bastante sencillo, analizándolo de un modo completo. Suponga-

mos una barra magnética de un metro de longitud, y una espiral de hilo conductor que se mueve con respecto á ella. Si se acerca á la barra, introduciéndose por el extremo izquierdo, se produce en el alambre una corriente de inducción. Las corrientes de esta clase que se van produciendo á medida que la espiral corre rodeando á la barra, tienen una misma dirección, hasta el momento en que aquella llega á la línea media de ésta, en cuyo caso adquieren una dirección opuesta si el movimiento continúa hasta el otro extremo.

De este modo, en una carrera completa de la espiral de uno á otro lado del iman, se distinguen dos períodos muy marcados. En la primera mitad del movimiento, las corrientes tienen una dirección determinada que depende de la posición de los polos del iman; en la segunda, la dirección es inversa. Si en lugar de correr de izquierda á derecha, la espiral corre de derecha á izquierda, los fenómenos serían los mismos, pero las corrientes tendrían direcciones opuestas.

Si en lugar de suponer un sólo iman, suponemos dos unidos por los polos del mismo nombre, al moverse la espiral con relación á este sistema, se verá por lo que hemos dicho que por la espiral circulará una corriente que llamaremos positiva durante el primer cuarto de movimiento, una negativa en el segundo cuarto,

otra también negativa en el tercero, y finalmente otra positiva durante el último cuarto. Así es que en los puntos neutros la corriente cambia de signo, y este sencillo experimento es el fundamento de producción de las corrientes en las máquinas Gramme.

El órgano esencial de estos aparatos es el anillo. Se compone este órgano de un electro-iman de una forma particular. Se le puede concebir formado por un electro-iman recto, encorvado circularmente, y cuyos extremos están soldados entre sí, hierro con hierro ó hilo con hilo conductor.

Es sabido que en ciertos electro-imanes rectos, sobre todo en los de grandes aparatos de inducción, el hilo está arrollado en carretes distintos, colocados unos á continuación de otros en series ó tensión, y en esta forma se encuentran en el anillo de Gramme.

Este puede considerarse formado de dos imanes semi-circulares unidos por los polos del mismo nombre, y si se considera el movimiento de uno de los carretes durante una revolución completa, se observará, por lo que hemos explicado anteriormente, que la corriente desarrollada en él conserva la misma dirección mientras el carrete recorre la cuarta parte del círculo, cambia en los otros dos cuartos, y vuelve á cambiar en el último, ó sea en resúmen, que la corriente desarrollada

en cada carrete conserva la misma dirección desde un punto neutro al opuesto. De lo dicho se infiere que suponiendo el anillo compuesto de sesenta carretes, los treinta que en un momento dado se encuentran en el semi-círculo superior son recorridos todos á un tiempo por corrientes de un mismo signo que se agregan en tensión; al paso que en los treinta carretes que se encuentran en el semi-círculo inferior se desarrollan corrientes todas de signo opuesto á las primeras, y unidas igualmente en tensión. La corriente total de la mitad superior es igual á la corriente total de la mitad inferior, y el anillo completo es exactamente comparable á un sistema de dos pilas de 30 elementos, puestas en oposición.

En estas circunstancias las corrientes opuestas se anulan recíprocamente, pero pueden utilizarse por medio de un circuito derivado cuyos extremos se pongan en comunicación con los polos de un mismo nombre de las dos pilas. Mediante esta disposición las corrientes de las dos pilas en lugar de hallarse en oposición, resultan reunidas en cantidad, circulando las dos corrientes superpuestas y en una misma dirección por el circuito derivado.

Esto es lo que sucede en el anillo Gramme. Los conductores destinados á recoger las corrientes, están

aplicados en la dirección de la línea de los puntos neutros, y se hallan formados por manojos ó pinceles de alambre de cobre, que frotan contra una série de láminas, dispuestas en forma de ródios del anillo y unidas á los puntos en que se juntan los hilos de los carretes.

Dispuesto de esta manera, el anillo constituye una máquina completa, que producirá corrientes continuas y constantes cuya dirección cambiará con el sentido de la rotación. Sólo nos falta decir que un iman permanente es el que magnetiza al hierro dulce del anillo y produce las corrientes.

La continuidad de éstas resulta de que el movimiento productor de la electricidad es continuo y el circuito no se halla jamás interrumpido, pues los frotadores ó escobillas llegan al contacto de las láminas metálicas de que hemos hablado, y frotan á cada una antes de haber abandonado á la que le precede; además de que el número considerable de alambres conductores y elásticos de que se componen las escobillas asegura el contacto á la vez por varios puntos.

Según las aplicaciones que se propone, el inventor modifica su aparato para hacerle producir efectos de tensión ó de cantidad arrollando sobre el anillo hilo delgado ó grueso. Parece indudable que á velocidad igual del anillo la tensión debe ser proporcional al nú-

mero de circunvoluciones del hilo; pero la resistencia interior crece en la misma proporción, y en la mayor parte de los casos se obtienen mejores resultados empleando hilos gruesos. Se comprende sin embargo, que si el circuito exterior presentase una gran resistencia, sería del caso emplear aparatos provistos de hilo delgado.

III. Una de las mejoras principales de las máquinas eléctricas ha consistido en el reemplazo de los imanes escitadores por electro-imanes, mucho más poderosos, cuyo magnetismo es producido por la acción misma del aparato.

Parece á primera vista que el magnetismo desarrollado en los electro-imanes lleva consigo un gasto considerable de electricidad y de fuerza, pero Gramme ha demostrado que no es así, de la manera siguiente: Si un electro-iman se halla colocado en el circuito de una máquina, la corriente que ésta le envía tiene por efecto en el primer instante magnetizarlo, y en seguida conservar su estado magnético. No cabe duda que la producción casi instantánea del magnetismo en el primer período requiere una cierta cantidad de electricidad y por lo tanto de fuerza, pero una vez obtenido el equilibrio magnético, la conservación del mismo no

exige un gasto de trabajo mayor que el que se necesita para mantener un resorte en estado de tensión ó para sostener un peso á la altura á que se ha elevado previamente. De aquí se infiere que todo el gasto se reduce al paso de la corriente por el hilo conductor, y que será próximamente el mismo que si el hilo en lugar de estar arrollado en hélice sobre las barras de hierro dulce, estuviese simplemente tendido en línea recta.

Estas consideraciones le han conducido á colocar en un sólo circuito el anillo móvil, el electro-iman escitador y el aparato receptor de la electricidad, ya sea baño galvánico, lámpara eléctrica, etc. En estas condiciones se hace inútil tener dos anillos distintos, uno para escitar los electro-imanes y otro para suministrar la electricidad aprovechable, pues un sólo anillo basta.

El hilo arrollado sobre los electro-imanes escitadores añade una resistencia al circuito y disminuye por lo tanto la intensidad de la corriente, pero la disminuye tanto menos cuanto mayor es el grueso y menor su longitud, por cuya razón Gramme ha procurado aumentar todo lo posible la sección de los conductores arrollados sobre el electro-iman, empleando en ciertas máquinas, no ya alambre, sinó láminas de cobre de

ancho igual á la longitud de las barras sobre las cuales dan cuatro ó cinco vueltas en espiral.

IV. La máquina de Gramme, como casi todas las eléctricas, tienen por función principal, según hemos dicho, la transformación de la fuerza mecánica en electricidad, y por eso todas van provistas de un motor que las ponga en movimiento y genera las corrientes necesarias; pero también pueden transformar la electricidad en fuerza motriz y servir en este caso de máquinas motrices. Basta poner un generador de electricidad en comunicación con las escobillas metálicas para que el anillo se ponga inmediatamente en movimiento, pero como una pequeña cantidad de fuerza motriz basta para equilibrar un gran número de elementos voltaicos, esto explica que recíprocamente se necesiten muchos elementos voltaicos para producir una pequeña cantidad de trabajo mecánico. Así se explica el poco éxito obtenido hasta el presente por cuantos se han propuesto obtener una fuerza motriz por medio de la electricidad.

Un experimento puede hacerse para probar la producción de fuerza, y consiste en colocar dos máquinas pequeñas en un mismo circuito; si se hace mover á mano una de ellas, suministrará una corriente que cir-

oulando por la segunda la pondrá en movimiento. Si se para la primera y se la hace girar en seguida en sentido contrario, la segunda se detendrá también inmediatamente y empezará luego á dar vueltas en opuesta dirección. Esta experiencia realiza el transporte á largas distancias, de la fuerza mecánica. Las dos máquinas pueden compararse á dos poleas, y el hilo conductor á la correa.

V. Las aplicaciones de las máquinas eléctricas son muy numerosas, pero en casos contaños lo son á la producción de grandes fuerzas. Su uso principal está en la galvanoplastia y el alumbrado. Para esta última aplicación, cuenta la industria con numerosos modelos de máquinas magneto-eléctricas y dinamo-eléctricas de corrientes continuas y alternativas, y entre ellas figuran como principales las de Gramme, Siemens, Brush, etc., cuya descripción detallada puede verse en cualquier obra que trate de electricidad industrial.



SEGUNDA PARTE.

INDUSTRIAS.

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

SEGUNDA PARTE

INDUSTRIAS

El presente capítulo trata de las industrias que se desarrollan en el territorio de la provincia de Tucumán, y de su importancia económica para el país. Se describen las principales actividades industriales, como la minería, la agricultura, la ganadería y la industria textil, entre otras. Se menciona también el papel de las industrias en el desarrollo económico y social de la región.

METALURGIA.

I

SUMARIO.--I.--Objeto de la metalurgia.--II.--Preparación mecánica de los minerales --III.--Apartado.--IV.--Trituración.--V.--Clasificación.--VI.--Lavado.--VII.--Tratamiento químico, reducción y calcinación.--VIII.--Fundente.--IX.--Combustibles y aparatos.

I. El objeto de la metalurgia es extraer de los minerales, los elementos metálicos que encierran.

Bajo el punto de vista industrial, los metales de que se ocupa la metalurgia son el hierro, cobalto, níquel, cobre, plomo, cromo, estaño, bismuto, zinc, mercurio platino, plata y oro.

Algunos de estos metales suelen presentarse en estado nativo (oro, plata, platino, cobre), pero lo regular es que estos mencionados y los restantes se presenten combinados con el oxígeno, azufre, cloro, ácido carbónico, etc., formando los compuestos y sales correspondientes, y mezclados además con otros cuerpos,

tales como la sílice, alúmina y cal, que constituyen la *ganga*.

Todos los minerales son sometidos á dos clases de operaciones. Unas *físicas* cuyo objeto es desembarazarle de las materias extrañas que les acompañan, y que harían difícil ó acaso imposible la separación del metal; y otras *químicas* para hacer que éste se separe de sus combinaciones y quede en estado de elemento.

II. Las primeras operaciones tienden casi siempre á separar de los minerales propiamente dichos, la mayor cantidad posible de *ganga*, y son las mismas ó muy parecidas en todos los casos si bien se apuran mas ó menos segun las naturalezas del mineral. Estan basadas en el hecho de que siendo el mineral mas pesado que la *ganga*, esta será arrastrada antes que aquel cuando la mezcla se halla sometida á una corriente de agua que resbale sobre un plano inclinado. Para conseguirlo, es preciso antes fraccionar los minerales de tal modo que queden reducidos á trozos de *ganga* y compuesto metálico, sin adherencia unos con otros. La necesidad de este fraccionamiento y del lavado subsiguiente, lleva consigo la realización de algunas operaciones que iremos describiendo someramente.

III. *Separación ó apartado de los minerales.*—

Esta preparación suele hacerse de ordinario en la misma mina. Para ello, los obreros hacen á mano una clasificación de los minerales en tres grupos; uno del *mineral elegido* que no conteniendo apenas ganga es propósito para sufrir desde luego el tratamiento químico; otro del *mineral mediano* que debe ser sometido á las operaciones mecánicas; y el tercero de *mineral estéril*, pobre en materia metálica y que suele quedarse en la mina para hacer terraplenes ú otras obras, por no ser ventajoso el tratamiento.

El mineral mediano se saca de la mina y se coloca sobre regillas ó cribas que separan los trozos pequeños de los grandes. Estos últimos se dividen con auxilio de mazos en fracciones mas pequeños que despues se clasifican en los mismos tres grupos mencionados, separando los minerales elegidos y los estériles y dejando la nueva cantidad de los medianos.

Como ya hemos dicho, todas estas operaciones se hacen siempre á mano, y de ellas se obtiene un mineral que por ser apto para las epuraciones químicas no sufre la preparación mecánica, y otro que se someterá á estas últimas, pero dividiéndole antes del lavado en pequeños pedazos con el auxilio de las máquinas que vamos á describir.

IV. *Trituración.*—Su objeto es dividir el mineral en trozos tan pequeños que se destruya su adherencia con la ganga.

El *triturador americano* está compuesto de dos fuertes placas de fundición colocadas casi verticalmente, con una ligera inclinación una con respecto de otra, de manera que se forme un especie de embudo. Una de las placas es fija, y la otra se pone en movimiento por un sistema de palancas que la hacen, en su parte inferior, aproximarse ó alejarse de la fija para dejar una hendidura mas ó menos ancha. Entre ambas placas se echa constantemente el mineral que haya de triturarse y que una vez fraccionado, cae á un recipiente colocado en la parte inferior del aparato.

Los *cilindros trituradores*, estan formados por dos tambores de fundición, dispuestos en el sentido paralelo de sus ejes y con una separación de generatrices que se puede regular á voluntad. El mineral que cae de un conducto que llega hasta la parte superior de los cilindros, es recogido y triturado por estos, que estan animados de un movimiento contrario.

Los *bocartes* son en su esencia vigas verticales de madera provistas en su extremo inferior de una contra de fundición. Estos pilotes formando séries reposan sobre una artesa ó depósito de hierro. Los pilotes ele-

vados mecánicamente por un árbol de camas golpean al mineral colocado en la artesa y lo trituran.

V. *Clasificación.*—Los trozos del mineral triturado se clasifican por orden de tamaños para facilitar el lavado. Para realizar esta operación se usan las *cribas* y los *tromeles*.

La criba está formada por un marco cuadrangular de madera, provisto de una tela metálica con mallas mas ó menos cerradas. El aparato colocado oblicuamente es movido por un árbol de camas. Dejando caer sobre la tela los trozos de mineral triturado, pasarán á través de la tela, los mas pequeños mientras que los grandes resbalarán sobre ella y caerán sobre otra criba de malla mas abierta. En la parte inferior son recogidos en cajones los pedazos de mineral clasificados por tamaños.

El tromel que es un aparato mas usado que el anterior, viene á tener una disposición parecida á los cedazos de clasificar harinas. Consiste en un cilindro cuya superficie curva está formada por una tela metálica dividida en secciones, con las mallas de diferente tamaño, aumentando su separación desde una base á otra. Se coloca algo inclinado sobre su eje y recibe un movimiento continuo de rotación. De este modo, el mi-

ESTABLECIMIENTO CENTRAL
DE
INTENDENCIA
BIBLIOTECA

neral que llega de una manera continua á la parte mas elevada del cilindro, se tamiza á través de la tela y se recoge clasificado en los compartimentos que se colocan debajo del aparato. Para apurar mas esta división, los trozos mas pequeños resbalan despues de recogidos á otro tromel de tela con malla mas espesa, y de este á otro tercero, que dá en último término el polvo metálico.

VI. *Lavado*.—Esta es la última operación mecánica. Su objeto es, como hemos dicho al principio, separar el mineral de la ganga en cuanto esto es posible.

Los aparatos para el lavado de los minerales son numerosos, pero aquí solo nos ocuparemos de las mas usados.

La *mesa ó tabla fija* se compone de un plano de madera ligeramente inclinado y provisto de rebordes en sus costados. En la parte superior hay un distribuidor por el cual llega á voluntad agua pura ó agua cargada de mineral; y en la parte inferior hay dos conductos que se abren ó cierran segun convenga para recibir por uno la ganga y por el otro el mineral.

Para hacer funcionar al aparato se hace llegar por el distribuidor durante cinco minutos, agua cargada

del mineral. Las primeras porciones que lleguen á la parte inferior del plano, serán completamente inútiles, porque como mas ligeras contienen solamente ganga y han sido arrastradas con mas velocidad. Se abre entonces uno de los conductos y se dá salida á esta parte. Seguidamente se cierra el distribuidor de agua cargada de mineral, y se abre el de agua pura; esta lava al mineral que ha quedado sobre la mesa y arrastra las pequeñas porciones de ganga que hayan podido quedar. Se cierra el conducto de la ganga y se produce una corriente mas enérgica de agua que se lleva al mineral por el otro conducto préviamente abierto.

La mesa giratoria está formada por una superficie cónica de madera sostenida en el suelo por un eje vertical que recibe un movimiento continuo de rotacion. El interior del cono está dividido en cuatro departamentos á los cuales llegan corrientes alternadas de agua pura y agua cargada de mineral. Por virtud del movimiento, están constantemente removidas las superficies, y la ganga como mas ligera sube á la parte superior y escapa por un canal, dejando en el fondo de la cuba cónica las partes aprovechables de mineral.

VII. *Tratamiento químico.*—Como ya hemos dicho su objeto es separar el metal del compuesto de que

forma parte, y eliminar los últimos restos de ganga que hayan podido quedar despues de las operaciones mecánicas.

Los métodos para el tratamiento químico son muy numerosos, por cuya razon solo indicaremos aquí las operaciones mas generales, dejando la explicación de los detalles y aparatos para la metalurgia especial de cada cuerpo.

La operación final á que se llega en el tratamiento de un mineral es la de *reducción* con ayuda del carbono. Si suponemos, como es frecuente, que se reacciona sobre un óxido metálico, se calienta éste íntimamente mezclado con carbon, que apoderándose del oxígeno para formar óxido de carbono ó ácido carbónico dejará al metal en libertad. Por la elevada temperatura que se produce en estas reacciones, el metal se funde y su fusión facilita el desprendimiento de las escorias.

De lo expuesto se deduce que se debe siempre procurar que el mineral quede transformado en óxido para verificar la reducción como queda dicho, y para conseguir esto se emplean algunos procedimientos que vamos á indicar.

Uno de ellos es el de la exposición al aire. Abandonando el mineral al contacto del ambiente, se disgrega progresivamente y sufre una oxidación lenta

que hace solubles algunas impurezas que han de ser luego arrastradas por el aire de lluvia. De este modo el sulfuro de hierro se convierte en sulfato soluble.

La calcinación consiste en calentar el mineral evitando el contacto del aire, para que disgregándose se preste luego mejor á la reducción. De esta manera suelen tratarse algunos minerales de hierro y zinc, y el procedimiento además de la ventaja dicha, tiene la de eliminar algunos principios volátiles como el agua, ácido carbónico, materias bituminosas, etc.

La tostación se practica calentando el mineral al aire libre para producir una oxidación. No debe nunca elevarse tanto la temperatura que se produzca la fusión del mineral, porque esto trae el inconveniente de producir pérdidas por volatilización, y además la masa se pondría esponjosa dificultando la reducción. Suelen tostarse, el óxido magnético de hierro para transformarle en sexquíóxido mas fácilmente reductible, y los sulfuros, arseniuros y antimoniuros para eliminar el azufre, arsénico y antimonio y dejarlos convertidos en óxidos. El cinabrio ó sulfuro de mercurio, se tuesta tambien para separar el ácido sulfuroso y dejar libre el metal poco oxidable.

VIII. Una vez oxidado el metal, queda en dis-

posición de ser reducido, pero rara vez se verifica esto con la sola adición del carbono. Como el compuesto metálico casi nunca es puro, sino que está mezclado con un resto de ganga, esta se une al mineral bajo la acción del calor produciendo un compuesto mas complejo que retiene alguna cantidad del metal, ó bien la ganga se hace infusible y aprisiona entre sus poros al metal fundido.

Para obviar estos inconvenientes se añade á la mezcla de mineral y carbon, el *fundente*, que es una sustancia que uniéndose á la ganga, impide que esta se reuna con el óxido.

Este fundente está siempre formado por materias minerales que se combinan con la ganga produciendo un silicato sencillo ó doble fácilmente fusible, pero para conseguir esto es preciso elegir el fundente en armonía con la naturaleza de la ganga. Cuando la reducción de los minerales se hace empleando los fundentes, se obtienen como resultado final dos líquidos; uno el metal fundido por la alta temperatura de los hornos, y otro el silicato (*escoria*) que resulta de la combinación del fundente y ganga. La diferente densidad de ambos líquidos permite separarlos con relativa facilidad.

IX. Los combustibles empleados en las operaciones metalúrgicas son siempre los mas ricos en carbono, y entre los mas usados están la hulla, cok, carbon de leña, antracita, lignito, turba, etc. Tambien se emplean hoy con gran ventaja combustibles gaseosos como el óxido de carbono, aplicado á algunos generadores y especialmente al de Siemens.

En cuanto á los aparatos empleados en metalurgia, no los describiremos en estas nociones preliminares, dejando su explicación para cuando se trate de cada metal en particular.

Diremos por último que las operaciones químicas de la metalurgia tienen casi siempre lugar por los procedimientos de la vía seca, pero sin embargo, la vía húmeda tiene algunas veces aplicación, como ocurre con los métodos de amalgamación de los minerales de plata. Los nuevos procedimientos de la electro-metalurgia, que van tomando una gran importancia, son tambien métodos de tratamiento por la vía húmeda.

II

METALURGIA DEL HIERRO.

SUMARIO.--I.--Propiedades del hierro.--II.--Variedades comerciales.--III.--Fundición: fundiciones blanca y gris.--IV.--Acero: sus diferentes clases.--V.--Minerales de hierro.--VI.--Tratamiento de los minerales.--VII.--Forja catalana.--VIII.--Altos hornos.--IX.--Refinado de la fundición; hogar pequeño; método inglés.--X.--Obtención de las fundiciones.--XI.--Obtención del acero: acero natural, afinado, de carburación y fundido.

I. *Propiedades del hierro.*—El hierro es un metal sólido, de color gris azulado, de sabor metálico característico, y que adquiere por el frotamiento un olor particular, desagradable. Tiene una densidad que oscila según su estado molecular entre 7'20 á 7'90, y cristaliza en los sistemas cúbico y octaédrico. Es bastante maleable y dúctil, de textura granular cuando está batido en todos sentidos; adquiere la estructura fibrosa cuando se estira en barras, y recupera la granular si se le temple ó golpea en dirección de las fibras.

Se funde á 1.500°, y como este calor es muy superior al que puede obtenerse en nuestros hornos ordinarios, se le considera como infusible bajo el punto de vista industrial. Su maleabilidad aumenta con la temperatura, y la propiedad que tiene de soldarse consigo mismo, cuando se calienta al rojo permite trabajarlo fácilmente por medio de la forja dándole la forma que se desee.

La tenacidad del hierro es tan grande que un hilo de 2 milímetros de diámetro aguanta sin romperse un peso de 250 kilogramos. Tiene poca dureza y es flexible, adoptando las formas que se le dén, lo cual prueba su poca elasticidad.

Es buen conductor del calor y electricidad, y presenta la propiedad de ser magnético, es decir, de ser atraído por un imán que le comunica la imantación temporal, sin que la fuerza coercitiva continúe desde el momento en que el imán se separa.

El hierro á la temperatura ordinaria es inalterable en una atmósfera de aire seco, á no ser que se halle muy dividido (hierro pirofórico); pero al aire húmedo sufre una oxidación recubriéndose de una capa de *orín* que es un sexquióxido de hierro hidratado. Esta oxidación que empieza de una manera lenta se acelera después por efecto de la descomposición que sufre el va-

por de agua de la atmósfera, en virtud de las corrientes eléctricas desarrolladas en el par voltáico que forman el hierro metálico y la primera capa de óxido, favorecida por la presencia del ácido carbónico del aire.

A temperaturas elevadas, el hierro se oxida rápidamente aun en el aire seco y si al mismo tiempo se le martilla se observa el desprendimiento de partículas incandescentes, que no son otra cosa que el óxido magnético ($\text{Fe}^3 \text{O}_4$).

La misma oxidación se produce en presencia de cuerpos ricos en oxígeno, como el agua al rojo, los oxácidos diluidos, etc.

Los metales mas electro-negativos que el hierro (cobre, plata, mercurio, plomo, etc.) son desalojados de sus combinaciones por el hierro que precipita á aquellos en estado metálico.

Además de con el oxígeno, el hierro se combina con otros cuerpos, uniéndose directamente al cloro ó ácido clorhídrico; con el azufre, produciendo un sulfuro que se forma con incandescencia; con el bromo, iodo, fosforo, etc. En una palabra puede decirse que admite combinación con todos los elementos y casi todos los cuerpos compuestos. Antes se creía que los únicos cuerpos simples incapaces de unirse al hierro, eran el hidrógeno y nitrógeno, pero se ha demostrado

que con el primero se combina, produciéndose una oclusión; y que con el segundo forma un nitruro poco estable, procedente de la descomposición del amoniaco con desprendimiento de hidrógeno.

Con los metales forma aleaciones de una gran aplicación. Una de las combinaciones férricas de mayor importancia industrial es la del carbono. Según las proporciones en que ambos elementos se encuentren, resultan los productos llamados *fundición* y *acero*. Mas adelante trataremos de ellas.

II. *Varietades comerciales*.—Los hierros del comercio pueden ser clasificados en *fuertes* y *ágricos*, siendo los primeros los que se dejan forjar y encorvar en frío y en caliente, y los segundos los que á cierta temperatura se rompen sin doblarse.

Los hierros *fuertes* se subdividen en *duros* y *blandos*. Los hierros *duros* contienen algunas cantidades de carbono, por cuya circunstancia se asemejan algo á los aceros; son resistentes y elásticos, se forjan con cierta dificultad conservan por algun tiempo su textura granular cuando se les estira, y se usan para la construcción de objetos de forma sencilla que hayan de soportar grandes esfuerzos como tirantes, bridas, placas para calderas, etc.

Los hierros *blandos*, son mas puros, ductiles y fibrosos. Se dejan trabajar con mas facilidad tanto en frio como en caliente y son apropósito para la fabricación de objetos que exijan mayor trabajo que los de hierro duro, tales como los ejes de carruajes, llantas, aros, herraduras, etc.

Los hierros *ágricos* se subdividen en *quebradizos en caliente*, *quebradizos en frio* y *quemados*. Los primeros (*mestizos*) contienen algunas cantidades de arsénico ó azufre y se rompen cuando se pretende doblarlos á temperaturas cercanas al rojo cereza. Su fractura presenta un color oscuro y sus fibras son mas gruesas que las de los hierros fuertes. Se emplean para la construcción de barras-carriles y otras piezas que no requieren gran trabajo.

Los llamados *quebradizos en frio* ó *tiernos* se rompen cuando á la temperatura ordinaria se presente doblarles, atribuyéndose esta propiedad á las cantidades de fósforo que contienen. Su fractura es blanca y de grano desigual. Se forjan bien en caliente y se utilizan para objetos de pequeñas dimensiones.

Por último, los hierros *quemados* son quebradizos en caliente y en frio, no prestándose por lo tanto á los trabajos de forja. Su fractura es laminosa, blanca azulada y cristalina.

En el comercio se hacen tambien otras clasificaciones de los hierros en atención á sus dimensiones y formas. No son denominaciones fijas, pues varían segun las localidades, pero por lo general con ellas se distinguen las diferentes clases de hierro.

Por la forma, se denominan *barras*, *planchas* y *hierros especiales*, y por su tamaño *marcas grandes* y *pequeñas*. En la primera agrupación por la forma están incluidos los hierros que la industria presenta en barras de longitud variable y de sección cuadrangular, cuadrada ú otra sencilla. Las de sección circular se llaman *cabillas*; las rectangulares *planchuelas*, *llantas*, *platinas*, *flejes*, etc.; y las cuadradas *barrotes* ó *tiradillos*.

Las planchas caracterizadas por su pequeño espesor, gran anchura y longitud se llaman *placas*, *chapas* y *palastro*.

Los hierros de secciones diferentes á las mencionadas son los llamados *especiales* y entre ellos figuran los de ángulo de *T* y *doble T* ó *vigas*. Otros nombres que se les dá dependen de la forma de la sección y de las aplicaciones á que se destinan.

III. *Fundiciones*.—La fundición de hierro ó *hierro colado* es un compuesto de dicho metal y carbono en proporciones variables. La cantidad de carbono

no es constante y á este elemento acompañan siempre en las fundiciones modificando sus propiedades, el silicio, fósforo, azufre, manganeso, etc.

Por lo general las propiedades de la fundición recuerdan las del hierro, si bien presenta como diferenciales las circunstancias de ser mas fusibles, no ser maleable ni ductil y menos atacable por los reactivos y particularmente por los ácidos, á lo cual se debe su uso para la fabricación de aparatos, en que el hierro no presenta buenas cualidades.

Las diferentes proporciones de carbono y su estado de mezcla en las fundiciones dá lugar á las llamadas *blanca* y *gris*. Las primeras contienen casi todo su carbono en combinación, ya por encontrarse en pequeñas proporciones, ya por haberse solidificado con rapidez ó porque la presencia de otros cuerpos impida su separación del hierro. Su textura es de grano fino y blanca. Son muy duras, quebradizas, elásticas y sonoras, fundiéndose de 1.100° á 1.300°.

En las fundiciones *grises*, una parte del carbono está combinado con el hierro y otra queda en el estado libre, repartida en forma de pequeñas láminas en el interior de la masa. Cuando es grande la cantidad de carbono no combinada, aparece en la superficie en forma de grafito, dando al producto un color gris tanto

mas oscuro cuanto mayor es la proporeción de carbono. La fractura es granulosa desigual; son menos duras que las blancas y su fusibilidad á 1.200°.

Hay tambien las llamadas fundiciones *mezcladas*, cuya fractura de color blanco se halla manchada con puntos ó zonas grises, segun las cantidades de carbon no combinado. Las propiedades de estas fundiciones se aproximan mas ó menos á las de la blanca ó gris segun las cantidades mezcladas de carbono.

La presencia del azufre ó fósforo que entran en las fundiciones aumenta su fusibilidad y disminuye su tenacidad; y el arsénico, silicio y estaño las hacen mas ó menos quebradizas. El silicio suple al carbono y se halla contenido en proporciones que pueden irse aumentando si se disminuyen las de éste.

La fundición manganífera es mas dura y resistente, con fractura cristalina de láminas anchas y brillantes.

Las cualidades de la fundición y su bajo precio con relación á otros materiales han hecho que sustituya al cobre en la fabricación de algunas piezas, y que reemplace ventajosamente á la piedra y madera en muchas circunstancias. Se usa mucha en la fabricación de piezas destinadas á la maquinaria, puentes, edificios, material de guerra, tubos de conducción de agua y gas, instrumentos agrícolas, etc.

Para distinguirla del acero en cuanto á su composición tendremos en cuenta que las fundiciones contienen el carbono en proporciones que varían de 1'50 á 5 por 100.

IV. *Acero*.—Es un producto intermedio entre la fundición y el hierro dulce, de los que se distingue químicamente por las cantidades de carbono que oscilan entre 0'50 á 1'50 por 100.

Es de color mas blanco que el hierro, de textura mate con grano menudo, igual y fino; susceptible de pulimento y es mas ligero, mas flexible, duro, fusible y maleable que el hierro, pero menos dúctil que éste. Se suelda consigo mismo y se trabaja bien á la forja, pero teniendo siempre cuidado de evitar la decarburación.

Tiene mas fuerza coercitiva que el hierro conservando el poder magnético por algun tiempo despues de haber sido influido por un imán permanente.

Quando una barra de acero se calienta al rojo, y se enfría rápidamente por inmersión en el agua, el acero sufre el *temple* y se hace sumamente duro y elástico. No se conoce la causa que produce esta modificación acompañada siempre de disminución de densidad,

pero si se observa que influye mucho en el temple la naturaleza del líquido.

Los efectos del temple desaparecen con el recocido; calentado el acero templado y dejándole enfriar lentamente pierde sus propiedades y vuelve al estado primitivo.

Se distingue el acero del hierro, además del temple, imantación y demás propiedades físicas enumeradas, en la acción de los reactivos químicos y principalmente del ácido sulfúrico. Este cuerpo produce en el hierro una mancha verde, y en el acero una negra, debida á la presencia del carbon. Tambien el ácido nítrico concentrado sirve para el reconocimiento, pues ataca al acero y nó al hierro que toma el estado *pasivo*.

Existen varias clases de acero que se distinguen por el sistema de fabricación, que luego describiremos. Estos aceros son, el *natural*, *cementado*, *puclado*, *Bessemer*, *fundido*, etc.

Aparte de esta clasificación, existe otra que agrupa los aceros en tres clases; 1.^a los que siendo mas carburados, tienen mas dureza y elasticidad ó sean aceros *duros*; 2.^a los poco carburados, menos duros que los primeros, llamados aceros *suaves* ó *dulces*; y 3.^a los de composición y propiedades intermedias.

Las aplicaciones del acero son muchísimas, y entre

ellas están las de herramientas, cuchillería, muelles, maquinaria, armas, alambres, plumas, agujas, etc., etc.

V. *Extracción industrial del hierro.*—Todas las fundiciones y aceros ya hemos dicho que son combinaciones carburadas del hierro, y de aquí se deduce que para su fabricación es necesario ante todo extraer el metal y desembarazarle de las impurezas que le acompañan en su estado natural.

Se extrae el hierro de sus compuestos naturales, pero nó de todos, sino de un corto número de óxidos y carbonatos. Muchos minerales como el sulfuro de hierro exigirían un procedimiento tan largo y dispendioso que se renuncia á su explotación. Los minerales de que hoy se extrae son los siguientes:

1.º *Sexquióxido de hierro anhidro* ($\text{Fe}^2 \text{O}^3$).—Se halla formado por masas del compuesto binario, unidas á cantidades variables de arcilla, cuarzo, sílice, alúmina, óxido de manganeso y carbonato de cal, sustancias todas que constituyen la ganga en proporción de 2 á 20 por 100. El compuesto cristaliza y se le llama *hierro oligisto*, pero si se presenta en masas amorfas rojas, se le denomina *óxido rojo* ó *hematites roja*.

2.º *Sexquióxido de hierro hidratado* ($\text{Fe}^2 \text{O}^3, \text{H O}$).—Este mineral, además de su ganga, contiene

de 20 á 80 por 100 del sexquíóxido anhidro. Se halla muy repartido formando lo que se llama *hematites parda*, *limonita*, *hierro oolítico*, etc.

3.º *Óxido salino* ($\text{Fe}^3 \text{O}^4$).—Contiene 70 por 100 de hierro y se encuentra cristalizado en octaedros de color negro con reflejos metálicos. Forma grandes masas, y se le conoce tambien con los nombres de *hierro magnético*.

4.º *Carbonato de protóxido de hierro* (FeO, CO^2).—Esta clase de compuestos conocidos tambien con el nombre de *hierro espático* se encuentra repartido en Inglaterra, Francia y centro de Europa, próximo á los terrenos hulleros.

VI. *Tratamiento de los minerales*.—Antes de ser los minerales sometidos á un tratamiento químico se les desembaraza de una gran parte de su ganga por los medios mecánicos que ya se expusieron al tratar de la metalurgia en general. Despues, y por medio de una tostación al aire libre se les desembaraza de las sustancias volátiles que pudiera contener, tales como el agua, ácido carbónico, azufre arsénico, etc. Una vez que del mineral no ha quedado mas que el óxido y la ganga, se procede á la reducción con el auxilio del carbon de leña ó la hulla. Bajo la influencia de una

elevada temperatura, el óxido cede su oxígeno al carbon y el metal queda en libertad.

Los métodos que pueden emplearse son dos. El primero consiste en calentar el mineral con carbon sin añadir el *fundente* destinado á reaccionar sobre la ganga. Éste tiene el inconveniente de que uniéndose la ganga á una parte del óxido, se pierde este y el rendimiento es débil, pero en cambio se obtiene un hierro muy dúctil.

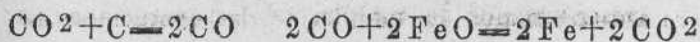
El segundo procedimiento estriba en adicionar al carbon el fundente que ha de unirse con la ganga. En este caso, el óxido queda libre y puede ser reducido totalmente; el rendimiento es mayor, pero no dá productos de tan buena calidad, y además tiene el inconveniente de que lo que se produce es una fundición, que luego hay que someter á un tratamiento suplementario para llevarla al estado de hierro metálico dulce.

Describiremos la marcha de las operaciones por ambos sistemas, conocidos respectivamente con los nombres de métodos *catalan* y de los *altos hornos*.

VII. *Forja catalana*.—El horno catalan está compuesto por un crisol rectangular construido en un macizo de albañilería y empotrado en el suelo. En una

de las caras hay un orificio por donde penetra el cañón de un fuelle que envía la corriente de aire producida por una tromba ó una máquina soplante.

El combustible empleado es el carbon de leña. Cuando el crisol está lleno del combustible incandescente se añaden capas alternadas de mineral y carbon y se inyecta una rápida corriente de aire. La reducción se verifica á temperaturas poco elevadas por la acción combinada del carbon y óxido de carbono. Este último cuerpo juega un papel importante: en la extremidad de la tobera el carbon arde produciendo ácido carbónico que atraviesa la masa del carbon incandescente y pasa al estado de óxido de carbono; este compuesto se apodera del oxígeno del óxido de hierro, dejando el metal en libertad y regenerando el ácido carbónico. Las reacciones están representadas por las fórmulas siguientes:



Estas reacciones no son las únicas que se producen. La ganga del mineral, casi siempre formada por silicatos de alúmina, se combina con una parte del óxido de hierro dando lugar á un silicato doble de alúmina y hierro, cuerpo que forma una escoria muy fusible

que cae á la parte inferior del crisol, del cual se separa abriendo un conducto que hay con este objeto.

En cuanto al metal producido, queda en estado pastoso, y el obrero con un hurgon remueve la masa y aproxima unas á otras las diferentes partes, para formar una *lupia* y separar la escoria.

El procedimiento catalan presenta como hemos dicho ventajas é inconvenientes. Son las primeras la de producir un hierro dúctil y muy puro, pero tiene el inconveniente de ser caro el procedimiento por la gran cantidad de carbon consumido, y el dar un rendimiento escaso por la pérdida del metal que se une á la ganga.

VIII. *Altos hornos.*—Este procedimiento es muy usado y por él se obtiene casi todo el hierro del comercio. Consiste en unir al mineral un fundente que combinándose con la ganga dé silicatos dobles y deje para reducir la totalidad del óxido de hierro.

Si la ganga es arcillosa el fundente empleado (*castina*) está formado por calcareos; y si la ganga es calcarea, el fundente (*erbuá*) es arcilloso, de modo que siempre se formarán silicatos dobles de cal y alúmina, fusibles á una temperatura muy elevada. A esta temperatura el hierro se combina con cierta cantidad de car-

bon para producir la fundición que pasa al estado líquido mezclada con la escoria y se separa de esta por la diferencia de densidades, siendo luego sometida la fundición á un tratamiento suplementario para obtener el hierro.

El aparato que se usa para la extracción por este método, tiene interiormente la forma de dos troncos de cono unidos por sus bases mayores. La altura total varía según la importancia de la fabricación, pero nunca es menor de 14 metros. El cono superior se denomina *cuba*, la union de las dos bases *ventre*, y el cono inferior *atalaje*. En su parte superior el horno termina en una abertura circular ó *tragante* por donde se carga, y en su parte baja termina en un *crisol*. Por encima de este desembocan los tubos de varias máquinas soplantes que inyectan aire.

El crisol está cerrado por tres caras, presentando en la cuarta una gran piedra llamada *dama* por donde resbala la escoria, y en el fondo del mismo hay un conducto que se cierra ó abre á voluntad para recoger la fundición líquida.

Veamos ahora la manera de funcionar este horno. Por el tragante se vierten capas alternadas del mineral, carbon y fundente, se inicia la combustión inyectando aire y empiezan las reacciones. Examinando estas

de abajo á arriba se vé que el carbon de las primeras capas con el oxígeno del aire inyectado se transforma en ácido carbónico. Este gas al ascender encuentra nuevas capas de carbon y se reduce al estado de óxido de carbono que encontrando al óxido de hierro le hace pasar al estado metálico regenerando al ácido carbónico que sufre iguales transformaciones y produce los mismos efectos con las capas sucesivas de mineral y carbon hasta que en la reacción última se desprende por el tragante óxido de carbono que arrastra el vapor de agua que encuentra á su paso.

Las reacciones descendentes son de otra clase. Junto al tragante, el fundente y mineral atravesados por los gases calientes que suben, se deshidratan; en la cuba tiene lugar la reducci3n mas completa por el óxido de carbono, y en el atalaje, el hierro reducido se une á la ganga, al fundente y al carbon. Como aquí la temperatura es muy elevada, el hierro se combina con parte del carbon y se produce la fundici3n; la ganga se une al fundente y dá la escoria ó silicato doble. Ambas combinaciones en el estado líquido caen al crisol donde ocupan el lugar de sus densidades, reuniéndose la fundici3n por el conducto de que ya hemos hablado, y corriendo la ganga por encima de la dama.

Hay, pues, en el horno alto cuatro zonas distintas. 1.^a de desecación, junto al tragante, con temperatura aproximada de 400°; 2.^a de reducción, en la cuba, con temperatura de 1.000°; 3.^a de carburación del hierro y formación de escoria, en el vientre, con un calor de 1.500°; y 4.^a de fusión del metal y escorias, á unos 2.000°.

IX. *Refinado de la fundición.*—El producto obtenido en los altos hornos es, como hemos dicho, hierro combinado con algunas cantidades de carbon, que es preciso hacer que desaparezca.

La fundición contiene no solamente carbon, sino tambien silicio, azufre, fósforo y manganeso, cuerpos que comunican al hierro malas condiciones y que es necesario eliminar por el afinado.

Esta operación consiste en hacer pasar á través de la fundición en estado líquido la acción oxidante de una corriente de aire calentado. La fundición entonces se recubre de una capa de óxido de hierro que es progresivamente reducida por el carbon disuelto, que vá pasando al estado de óxido de carbono. El silicio pasa al estado de ácido silíceo, el fósforo al de ácido fosfórico y el azufre al de sulfuroso; todos estos ácidos for-

man con el hierro las sales correspondientes dando lugar á escorias muy fusibles.

Es necesaria la eliminación de los cuerpos dichos para obtener el hierro de buenas condiciones, pero la operación tiene el inconveniente de llevar consigo la pérdida de algunas cantidades de hierro que arrastran las escorias en combinación. La eliminación del manganeso es bien sencilla, porque una vez formada la capa superficial de óxido de hierro, el manganeso desaloja al hierro y se combina con el oxígeno formando un óxido que es arrastrado por las demás escorias.

El afinado de la fundición puede hacerse por tres procedimientos. El de *hogar pequeño*, el *inglés*, y el *Bessemer*.

Hogar pequeño.—El aparato que se emplea para este procedimiento es muy parecido á la forja catalana. En el crisol se introduce carbon incandescente, y luego se añaden trozos de fundición. Pasa esta al estado líquido y cae gota á gota al fondo del crisol, recibiendo la corriente de aire que entra por la tobera. El aire oxida superficialmente al hierro y se producen las reacciones que hemos apuntado antes. El metal fundido cae, como queda dicho, al fondo del crisol y haciéndose menos fusible, vá tomando consistencia de masa pastosa, que se reúne con auxilio de hurgones, se retira

del horno y se martilla con pilones para darla mas cohesión.

Método inglés.—Este procedimiento es mas económico pues consume menos combustible y dá mayor rendimiento; satisface mejor las exigencias de la industria y permite operar con grandes masas metálicas. Este tratamiento se compone de tres operaciones, que son, *afinado, pudelado y recalentado.*

El horno de afinar se compone de un crisol rectangular revestido lateralmente por unas cajas formadas por placas de fundición dentro de las cuales circula agua para evitar que se fundan; varias toberas envian corrientes de aire á la superficie del baño, y estas toberas están rodeadas tambien por agua.

En el crisol se introducen 1.000 kilogramos de fundición, mezclada con carbon de cok, se eleva la temperatura y se inyecta el aire por las toberas. A las dos horas se retira el metal, se cuele en un algibe ancho y poco profundo y se enfria con agua. De este modo el hierro fundido ha perdido parte del carbono, manganeso y silicio.

Para decarburarlo por completo se pasa á la segunda operación que se practica en los hornos de pudelar. Este aparato se compone de una placa de fundición ó ladrillos refractarios, algo inclinada y recubier-

ta de escorias ó arena. Se calienta esta placa al rojo blanco y se introduce metal procedente de la operación anterior mezclado con carbon de cok. A la media hora toda la masa alcanza la temperatura del rojo blanco, se funde, corre por el suelo del horno y parece como que entra en ebullición. En la superficie se nota un hervor extraño y se escapan llamas azules de óxido de carbono. El obrero entonces remueve con un hurgon la masa y forma con el hierro bolas de 30 á 40 kilogramos. El mayor inconveniente de este procedimiento es el grandísimo esfuerzo que el obrero se vé precisado á desarrollar para reunir la masa, y la elevada temperatura á que se halla expuesto mientras dura la operación. Para suprimir estas dificultades se usan unos aparatos perfeccionados cuya ventaja principal está en producir una agitación mecánica de la masa por medio de paletas unidas á una corona dentada que recibe el movimiento por un motor cualquiera.

Para terminar por completo el afino del hierro por el procedimiento inglés, se le corta en pedazos que se someten á la temperatura del blanco vivo en un horno de recalentar muy parecido al del pudelado. Despues que el hierro ha estado algun tiempo sometido á dicha temperatura, se sujetan á la acción de un martillo de vapor, y se le pasa por entre unos cilindros estiradores.

Esta operación se repite dos ó tres veces y recibe el nombre de *recocido* ó *recalentado*.

Para que la pérdida de metal sea la menor posible en las oxidaciones parciales que sufre en estas operaciones, se hace que la corriente de aire pase á través de una espesa capa de combustible á fin de que el oxígeno se transforme en ácido carbónico y óxido de carbono.

Procedimiento Bessemer.—Este método sirve para afinar el hierro destinado á la construcción de aceros. Se lleva á cabo en el *convertidor* que es una retorta de dos metros cúbicos de capacidad, construida de chapa de hierro y revestida interiormente de materiales refractarios. El aparato se estrecha hácia la parte superior terminando en un pico, y gira alrededor de dos muñones huecos, puestos en comunicación con una máquina soplante que inyecta una poderosa corriente de aire, la cual antes de penetrar en el interior de la retorta circula por unos conductos que la rodean, se detiene en una caja de aire y sale de esta penetrando en el aparato por varios orificios de un centímetro de diámetro.

Para afinar el hierro por este procedimiento se inclina la retorta poniendo su pico en comunicación con una canal que conduce el metal impuro en estado lí-

quido. Después que en el convertidor han penetrado de 4 á 5.000 kilogramos, se inclina el aparato en sentido contrario hasta que quede derecho y se lanza la corriente de aire con presión de dos atmósferas. Enseguida se nota un hervor tumultuoso, y principia á escaparse por la boca un penacho de llamas rojizas acompañado de chispas; después la llama se hace mas clara y brillante y las chispas desaparecen. El fenómeno realizado consiste en que el oxígeno del aire ha quemado primero el manganeso y silicio y después el carbono, azufre y fósforo.

Para terminar la explicación de los métodos de obtención del hierro, diremos que, no siendo completamente puro el obtenido por los medios descritos, pues siempre encierra pequeñísimas porciones de carbono, azufre y fósforo, y necesitándose algunas veces el metal en completo estado de pureza, se emplean algunos procedimientos que aun cuando no son de carácter metalúrgico, conviene conocer en estos apuntes. Entre los mas principales citaremos dos. Uno de ellos consiste en reducir por el hidrógeno el sexquióxido de hierro, precipitado de una disolución de sulfato de esta base, valiéndose de los aparatos de laboratorio; la reducción que empieza á temperaturas relativamente bajas, se activa hasta llegar al rojo, y el hierro químicamente

puro se obtiene en un polvo negro que se inflama si se proyecta al aire (hierro pirofórico). El segundo procedimiento consiste en reducir el protocloruro de hierro por el hidrógeno á una temperatura muy elevada, obteniéndose así el hierro puro cristalizado en cubos brillantes.

X. *Obtención de la fundición.*—La fundición es un producto exclusivamente industrial que toma nacimiento en los altos hornos cuando se tratan los minerales de hierro por el carbon. Por consiguiente, no es preciso decir nada de los procedimientos de preparación, toda vez que suprimiendo el afinado del producto se obtiene el compuesto carburado de hierro, con las propiedades que hemos dicho al principio de esta lección.

XI. *Obtención del acero.*—Los aceros se preparan por diferentes procedimientos á los cuales debe su nombre el producto. Puede operarse directamente sobre los minerales para obtener el acero sin pasar por los estados de fundición y hierro (acero *natural*); decarburar la fundición (acero de *afinación*); carburar el hierro (acero de *carburación*); y mezclar el hierro dulce con la fundición. En todos estos casos, los aceros pue-

den obtenerse en estado sólido, ó liquidarse (acero *fundido*). Examinaremos los principales procedimientos de preparación.

Acero natural.—La transformación de los minerales en acero se lleva á cabo calentándoles al rojo con carbon bien en hornos donde se forma la lupia, ó en crisoles donde se les obtiene fundidos. El método catalán empleado para el hierro es tambien utilizado para el acero, usando minerales manganíferos porque el óxido forma una escoria muy líquida que facilita la operación.

Acero de afinado.—Para obtener este producto se siguen procedimientos muy variados, pero basados todos en la decarburación de las fundiciones.

Uno de los métodos es el que produce el acero *pudelado*, y para él se hace uso de los hornos de pudelar el hierro pero de menores dimensiones, y el afinado de la fundición solo se lleva hasta el momento en que haya concluido de arder el carbon.

El procedimiento Bessemer, que origina el acero de este nombre es otro de los que dan muy buenos resultados. Despues que la fundición ha sido afinada en el convertidor segun ya hemos descrito al tratar del hierro, se pasa á una segunda operación que tiende á carburar el hierro dulce obtenido. Al efecto, cuando

ha cesado la corriente de aire que penetró en el aparato para quemar el carbono, silicio, fósforo, etc., se invierte la retorta y se vierte en su interior una fundición manganífera muy pura y carburada, en una cantidad tal que el carbono y manganeso combinándose con el hierro dulce del interior del convertidor, dén á éste el tanto por ciento necesario para que se transforme en acero. De este modo se obtiene un producto homogéneo, de buena calidad y mas duro que el hierro. Además este método tiene la ventaja de producir enormes cantidades de acero, que no pueden obtenerse por los demás procedimientos.

Las decarburaciones parciales de la fundición se han practicado con algun éxito empleando ó corrientes de carburos de hidrógeno ó nitrato de sosa. Con el primer cuerpo el azufre y fósforo pasan al estado de compuestos hidrogenados, y en el segundo pasan á las escorias en estado de fosfatos y sulfatos.

Acero de carburación.—Se obtiene por este procedimiento el acero llamado de *cementación*. Se prepara poniendo en largas cajas de ladrillos refractarios, barras de hierro dulce en capas alternadas con otras de carbono fino ó sustancias ricas en carbono (cemento). Estas cajas se introducen en hornos de cementación, en cuyo interior se sostiene el fuego por diez ó quince dias,

hasta que el obrero observa que el hierro está suficientemente carburado, lo cual se nota porque la superficie de las barras se cubre de ampollas y se presenta rugosa y con cavidades.

Este procedimiento no es muy bueno, pues como la carburación se verifica desde la superficie al centro de las barras, se nota al partir estas una capa acerada cubriendo al hierro que no ha sufrido alteración.

Otra variedad de los aceros cementados es el llamado de Damasco, producto que bajo la influencia de los ácidos se cubre superficialmente de variados dibujos. Esta propiedad parece debida á la presencia de un carburo de hierro cristalizado que los ácidos dejan al descubierto.

Acero fundido.—Todos los aceros bien se obtengan en estado sólido ó en el líquido, suelen sufrir un refinado cuyo objeto no es otro que el de producir una masa igualmente carburada por todas sus partes. Para conseguirlo se funde el acero, en pequeños crisoles que encierren 20 ó 40 kilogramos de metal, y se colocan en hornos ó en generadores Siemens. Al cabo de algun tiempo la fusión es completa, y el acero se corre en lingoteras que dan por enfriamiento barras homogéneas de un producto el mejor de todos por su dureza, tenacidad y elasticidad.

III

METALURGIA DEL ESTAÑO Y ZINC.

SUMARIO.--I.--Propiedades y aplicaciones del estaño.--II.--Variedades comerciales.--III.--Extracción industrial.--IV.--Propiedades y aplicaciones del zinc.--V.--Minerales.--VI.--Extracción industrial.--VII.--Método belga.--VIII.--Método de Silesia.--IX.--Método inglés.--X.--Afinado.

I. *Propiedades y aplicaciones del estaño.*—Este metal es uno de los conocidos desde la mas remota antigüedad, empleándose para multitud de aplicaciones tal vez por la facilidad de su extracción.

Se encuentra pocas veces en estado nativo, pero muchas en combinación con el azufre, y con el oxígeno formando el óxido llamado *casiterita*.

En estado de pureza es de color blanco de plata, de olor desagradable cuando se le frota, con una densidad de 7'29, conduce el calor y la electricidad con menos facilidad que otros metales, muy maleable, poco dúctil y poco tenaz, fusible á 235°, poco volátil y cris-

talizado. Cuando se le rompe producen sus cristales un ruido particular llamado *grito del estaño*.

El estaño se oxida superficialmente al aire, y cuando se le calienta arde produciendo primero un protóxido y luego un bióxido. Sus compuestos oxigenados tienen en ciertos casos carácter ácido, así es que cuando está aleado con el plomo, y se calienta la aleación, la combustión es rápida formándose un estannato de plomo por la combinación del bióxido de estaño con el protóxido de plomo. Le atacan rápidamente los ácidos formando las sales correspondientes, sobre todo cuando los ácidos están concentrados y en caliente. Los alcalís le atacan tambien desprendiendo hidrógeno y formando estannatos alcalinos. Se une al cloro, bromo, yodo, azufre, fósforo y arsénico y á un gran número de metales; y por último parece ser que el estaño tiene algunas modificaciones alotrópicas.

Este cuerpo se utiliza para hacer láminas delgadas que se emplean para envolver; sirve para recubrir ó estañar otros metales como el hierro y cobre que son mas sensibles á las influencias atmosféricas, formando con el hierro la hoja de lata; forma aleaciones de gran aplicación; con el plomo se utiliza para vagillas y otros utensilios que tienen gran dureza; y en estado de amalgama sirve para el azogado de los espejos.

II. *Varietades comerciales.*—Las principales son las siguientes: El estaño de *Malaca*, blanco, flexible y dúctil que sirve para las sales empleadas en tintorería y para el azogado. El de *Banca* suave, dúctil y elástico que se utiliza para los mismos usos que el anterior, y se presente unas veces brillante y otras mate, siendo el primero el de mejor calidad. El estaño *inglés* que segun sus clases se emplea para hoja de lata, aleaciones de plomo, azogado y materias colorantes. Y los de *Perú* y *Méjico* de propiedades muy parecidas al de Banca.

En el comercio se reconoce si el estaño es fino fundiéndole y colándole; si despues de enfriado tiene brillante la superficie es bueno, pero si por el contrario la presenta mate, está mezclado con plomo, cobre ó hierro. Tambien se utiliza el procedimiento *de la bala* que consiste en solidificar dentro de un molde esférico una cantidad del estaño que se ensaya y comparar su peso con otra bala de estaño puro, obtenida en el mismo molde.

III. *Extracción industrial del estaño.*—Este metal se extrae siempre del óxido (casiterita) y el procedimiento resulta sencillo, porque basta la reduccion por el carbono á temperaturas relativamente poco ele-

vadas; pero el mineral que suele ser poco rico en estaño reclama una serie de operaciones mecánicas muy delicadas que emplean bastante tiempo.

Después que el mineral ha sido apartado á mano, y sufrido la trituración y el lavado, se encuentra algo enriquecido de metal y en disposición de sufrir las operaciones químicas. Empiezan estas por someterle á una tostación con objeto de que desaparezcan el azufre y arsénico, que constituyen las impurezas, y el tratamiento se lleva á cabo en hornos de reverbero ó de plaza giratoria. El azufre y fósforo se desprenden en estado de compuestos oxigenados, y el hierro y otros metales se oxidan y quedan en el horno. Después de la tostación se lava el mineral para determinar la separación de las materias alteradas por la oxidación, quedando el metal reducido á ácido estánnico que luego se reduce.

Conviene advertir que una de las impurezas que acompañan al estaño es el tungsteno, libre ó en combinación con bases metálicas, y que este cuerpo se elimina durante la tostación por medio del sulfato de sosa que produce tungstato de sosa soluble.

El mineral después de lavado se sujeta á la reducción, operación que se lleva á cabo en hornos de reverbero ó de manga. En el horno de reverbero, cuyo

suelo está inclinado, se coloca el mineral con el doble de su peso de carbon pulverizado y un poco de espato-fluor como fundente. Se calienta con moderación al principio y luego con mas actividad y despues de unas cinco horas se abre un orificio abierto en la parte mas baja del suelo y se cuele el estaño fundido que cae á un crisol colocado debajo.

El horno de manga, muy usado en Alemania, es vertical de 4 metros de altura y recibe una corriente de aire por una tobera situada en su parte inferior. Se introduce en él el mineral con carbon en grandes trozos y se produce la reducción. A medida que el estaño vá fundiéndose cae á un crisol y cuando éste se llena á otro colocado en un plano inferior. En estos crisoles se colocan trozos verdes de madera para que al carbonizarse en contacto con el estaño líquido, reduzcan la pequeña cantidad de óxido que haya podido quedar. El metal se funde luego en lingoteras, que por enfriamiento dá el estaño en barras.

Por ambos procedimientos se obtiene siempre un producto impurificado por el arsénico, antimonio, hierro, cobre y plomo, de cuyos cuerpos se le desembara-za por medio del afinado. Para esto ó se somete el metal á una débil corriente de aire que oxide y haga desprender los cuerpos extraños, ó se funde en barras á

unos 235°, en cuyo caso no arrastra mas que una pequeña parte de los otros metales menos fusibles. Repitiendo la licuación varias veces se obtiene un estaño sensiblemente puro.

Apesar de los procedimientos de afino, el estaño del comercio no es químicamente puro. Cuando se necesita en este estado, el método que debe seguirse es el de disolver en ácido clorhídrico concentrado el estaño del comercio. Obtenido así un cloruro de estaño, se sumerge en su disolución una lámina de hierro, sobre la cual se depositarán poco á poco cristales de estaño de una pureza completa.

IV. *Propiedades y aplicaciones del zinc.*—Es un metal de color blanco azulado, muy brillante cuando está recién cortado, pero teñido al poco tiempo por una capa de hidro-carbonato, que toma nacimiento al contacto del aire húmedo; es blando, poco sonoro, dúctil y maleable, buen conductor del calor y electricidad, cristaliza en prismas de base exagonal ó en duodecaedros romboidales; tiene una densidad de 7'21; se funde á 450° y hierve á 1.300°.

Á la temperatura ordinaria, el zinc se altera poco al aire seco, pero en el húmedo se cubre de una capa de hidro-carbonato que forma un especie de barniz y

evita la alteración mas profunda. Fundido se oxida rápidamente y se inflama produciendo el óxido tan apreciado en la pintura. El agua es descompuesta por el zinc en presencia de un ácido desprendiendo hidrógeno. Se une fácilmente con el cloro, bromo, yodo, arsénico y fósforo, así como con muchos metales con los cuales forma aleaciones muy importantes. Los ácidos diluidos y especialmente el sulfúrico y clorhídrico atacan muy poco al zinc puro, mientras que atacan enérgicamente al zinc del comercio.

La fusibilidad de este metal, su bajo precio, y la propiedad que posee de dilatarse al pasar al estado sólido, le hacen á propósito para obtener por fundición y moldeo una multitud de objetos de adorno y uso doméstico, reemplazando al bronce en alguna de sus aplicaciones. Estirado en planchas se emplea el zinc para el forrado de los buques, revestimiento de vasijas de madera, baños, cubiertas de edificios, tubos de gran diámetro, galvanizado de hilos telegráficos y planchas de hierro; y por último aleado con el cobre y otros metales forma latones y bronces, usándose tambien alguna de sus sales como antiséptico para la conservación de maderas.

V. *Minerales de zinc.*—Entre los muchos que

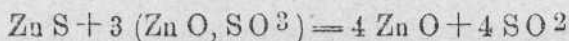
se encuentran en la Naturaleza, solo dos se aplican á la extracción industrial siendo estos la *calamina* ó carbonato de zinc, mineral cristalizado en romboedros blancos ó amarillos, semi-transparentes ó mas comunemente en masas compactas y terrosas mezcladas con óxido de hierro y manganeso; y la *blenda* ó sulfuro de zinc, de color rojo moreno, verdoso ó negruzco, rara vez cristalizado en cristales amarillentos y transparentes. Es duro y frágil, de fractura laminar y se halla acompañado de sulfuro de hierro.

VI. *Metalurgia del zinc.* — Los minerales de zinc deben sufrir como todos los demás las operaciones mecánicas generales y luego otras químicas preliminares antes de ser sometidos á la reducción. Estas operaciones son, la calcinación para la calamina, y la tostación para la blenda.

La primera tiene por objeto eliminar el agua y ácido carbónico para dejar el mineral reducido al estado de óxido, y aun cuando se puede prescindir de ella y entrar desde luego en la reducción por el carbono, el calor necesario para esta operación sería muy elevado y de poco resultado económico. La calcinación se hace en hornos continuos análogos á los que se usan para obtener las cales, cuidando de no elevar mucho

la temperatura para que el óxido de zinc no se una al ácido silíceo de la ganga.

La blenda debe ser tostada para conseguir que se oxiden los dos elementos, azufre y zinc, desprendiéndose el primero en estado de ácido sulfuroso y quedando el segundo para la reducción. La tostación no puede hacerse mas que sobre trozos pequeños para lo cual es necesario empezar pulverizando el mineral por medio de muelas ó cilindros. Los pequeños fragmentos que resultan de esta operación, se colocan en hornos de reverbero por capas de poco espesor, y se eleva la temperatura en combinación con una corriente de aire, procurando que esta no sea muy oxidante para evitar la formación del sulfato de zinc, pero como siempre se forma alguna pequeña cantidad de esta sal, al finalizar la tostación se dá un violento golpe de fuego para que sea descompuesta ó por el calor producido ó por la reacción del sulfato sobre el sulfuro que aun queda intacto, segun la fórmula siguiente:



La operación metalúrgica propiamente dicha se hace casi siempre en los terrenos donde abunda el carbon por ser muy grande el consumo del combustible. El óxido que resulta de las operaciones preliminares no

es puro, y encierra mezclas de silicatos de zinc, sulfuros y óxidos de plomo, así como cal, magnesia, arcilla, óxido de hierro, etc. El procedimiento metalúrgico, además de la reducción está fundado en la destilación del zinc como cuerpo mas volátil que las impurezas. Los aparatos empleados varían según los países en que se explota este metal.

VII. *Método belga.*—En Bélgica la reducción de la calamina, y la destilación del zinc se practica en retortas de arcilla dispuestas por series horizontales, colocadas unas debajo de otras. Estas retortas son cilíndricas cerradas por su parte posterior y abiertas por el otro extremo. En su interior se dispone la mezcla de mineral y carbon y se atornillan con una alargadera en la cual empieza á condensarse el zinc. Estos aparatos se colocan por series de 46 en un horno provisto de banquetas para sostener las retortas, se activa la combustión y se desprenden vapores de óxido de carbono que arde con llama azul y concluye produciendo humos, en cuyo momento empieza la destilación del metal cuyos vapores se pierden al principio. Al cabo de algun tiempo, un obrero quita las alargaderas y recoge un producto llamado *cadmias*, formado de zinc y óxido de zinc. Este producto se hace caer sobre un re-

cipiente de hierro y el zinc se espuma y cuele en moldes que tienen la forma de placas rectangulares.

VIII. *Método de Silesia.*—La reducción y destilación se llevan á cabo en este país valiéndose de muflas de mayor tamaño que las retortas belgas y colocadas en hornos de reverbero. Estos hornos encierran por lo general veinte muflas dispuestas sobre una línea horizontal, y contienen dos hogares, uno á cada extremo, y un depósito central que recoge el zinc fundido. Cada mufla está unida á una serie de alargaderas enchufadas que sirven de condensador y van á comunicar con una canal que dirige el metal al depósito mencionado.

Cargadas las muflas con mineral y carbon, sufren la elevada temperatura del horno. Al principio y por consecuencia del aire encerrado en el aparato se recoge un óxido de zinc que contiene todo el cadmio que acompaña al mineral. Enseguida se condensan el zinc metálico y nuevas cantidades de óxido hasta que por último se destila el metal, que corre por las canales al depósito central; entonces se cuele y se entrega al comercio en forma de placas.

IX. *Método inglés.*—Este método llamado tam-

bien *per descensum* dá un producto inferior á los anteriores, y puede decirse que apenas es hoy empleado. La reducción se hace en crisoles calentados en un horno de vidriero; estos crisoles están agujereados en su fondo y del orificio parte un tubo en sentido vertical que desciende hasta un recipiente de hierro. Al empezar la operación este tubo se cierra por dentro del crisol con un tapon de madera porosa, pero una vez que la mezcla de carbon y mineral se ha introducido y la temperatura se eleva, el tapon se carboniza y forma una esponja que deja pasar los vapores de zinc y detiene algunas impurezas. Como los crisoles están herméticamente cerrados, el zinc se vé obligado á descender por el tubo y se solidifica en el recipiente de hierro fuera del horno.

X. *Afinado del zinc.*—El zinc del comercio como no es puro, no se presta bien al laminado, por cuya razon se hace preciso purificarle quitándole sobre todo las cantidades de plomo que encierra en su masa. A este refinado se llega algunas veces por simple fusión en hornos de reverbero donde se colocan los crisoles que contienen el zinc, manteniéndole fundido á una temperatura próxima á la de solidificación, para que el

plomo marche al fondo del crisol. Por el mismo procedimiento se separa el hierro.

El zinc del comercio puede servir para la mayor parte de las operaciones químicas, pero cuando se trate de hacer reconocimientos toxicológicos, es preciso que el zinc en el aparato de Marsh esté completamente libre de arsénico y azufre. Para conseguirlo se calienta al rojo el zinc del comercio mezclado con nitrato de potasa, para que el arsénico se transforme en arseniato de potasa, al mismo tiempo que el zinc se oxida. Tratando la masa por el agua, se disuelven los compuestos solubles, y el zinc resultante se ataca en el ácido sulfúrico diluido para que se forme el sulfato correspondiente de este metal, al mismo tiempo que el de plomo insoluble. Se pasa despues una corriente de ácido sulfhídrico que forma con el cobre un sulfuro que precipita, y al final de la operación se decanta el líquido que solo tendrá en disolución sulfato de zinc. Se precipita por un carbonato alcalino, y se reduce por el carbon. Este procedimiento aunque es largo de realizar facilita el zinc químicamente puro.

IV

METALURGIA DEL PLOMO Y COBRE.

SUMARIO.--I.--Propiedades y aplicaciones del plomo.
---II---Minerales.--III---Extracción industrial.--IV--
Afinado--V.--Propiedades y aplicaciones del cobre.--
VI.--Variedades comerciales.--VII.--Minerales.--VIII
Extracción industrial.--IX.--Minas de Riotinto.

I. *Propiedades y aplicaciones del plomo.*—Es un metal de color gris azulado, brillante cuando está recién cortado, blando hasta el punto de ser rayado con la uña; deja cuando se le frota sobre el papel una mancha gris; muy maleable, poco dúctil y tenaz, de una densidad de 11'44, conduce medianamente el calor y electricidad, fusible á la temperatura de 350°, volátil al rojo blanco y destilable á un calor poco mas elevado. Cristaliza difícilmente, pero se le puede obtener cristalino introduciendo hilos de zinc en una disolución de acetato de sosa; el metal se precipita sobre el zinc en láminas cristalinas en una forma parecida á las ramas del helecho, por cuya razon se ha llamado

al plomo cristalizado en esta forma *árbol de Saturno*.

Al contacto del aire, el plomo se cubre de una delgada capa de subóxido. A la temperatura de fusión el subóxido, se transforma en protóxido (*masicot*), y á mayor temperatura este óxido se cambia en *litargirio*. El agua destilada ó la de lluvia, cuando está acreada y tiene en disolución ácido carbónico, ataca al plomo y forma en su superficie una capa blanca de hidrato y carbonato, compuestos que se disuelven en nuevas cantidades de agua y le comunican propiedades tóxicas. Con las aguas de fuente ó manantial que llevan en disolución cloruros y sulfatos se forma un óxido poco soluble que no comunica á las aguas malas propiedades. La presencia de materias nitrogenadas contribuye mucho á la alteración del plomo en contacto con el agua. La mayor parte de los metaloides se combinan con el plomo. Los ácidos oxigenados concentrados obran sobre él con energía y le disuelven con formación de la sal correspondiente y desprendimiento de un equivalente del ácido desoxigenado.

El plomo forma sales muy venenosas, por cuya razón los obreros deben tener precaución en los trabajos cuya base es este metal. Sus efectos tóxicos pueden enmendarse á tiempo con el uso de la magnesia ó yoduro potásico que forman con el metal sales insolubles.

El plomo en forma de planchas sirve para cubrir edificios y revestir vasijas de uso doméstico; se usa para la fabricación de tubos de conducción de aguas y gas, proyectiles, perdigones, discos de obturación, y aleado se emplea para caracteres de imprenta, planchas estereotípicas, soldaduras, etc. En estado de albayalde, minio y litargirio tiene aplicación para la pintura.

II. *Minerales de plomo.*—Este cuerpo se encuentra en la naturaleza abundantemente en estado de combinación, formando el sulfuro y carbonato. El sulfuro de plomo ó *galena* tiene color gris de plomo, brillante, poco duro y muy frágil; se funde con menos facilidad que el plomo y se volatiliza á una alta temperatura. Algunas variedades de la galena contienen sulfuro de plata, cuya presencia se reconoce por la copelación. Las galenas mas puras tienen poca plata y contienen un 80 por 100 de su peso, de plomo.

El carbonato de plomo ó *cerusa* suele encontrarse asociado con la galena, y es cristalino, fibroso, compacto, terreo, blanco amarillento ó verdoso y de un lustre vitreo.

Tambien suelen hallarse, aunque rara vez, el cromato, sulfato, fosfato y arseniato de plomo.

La ganga de todos los minerales de plomo está

constituida por cuarzo, creta, sulfato de barita y espato fluor.

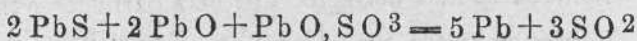
III. *Extracción industrial del plomo.* — Casi todo el plomo del comercio se extrae de la galena. Su gran densidad (7'22) permite separarla con facilidad de la ganga por tratamientos mecánicos, de tal modo que al llegar á los procedimientos químicos el mineral contiene en 100 partes 80 de plomo, 13 de azufre y el resto de sulfuros de hierro, zinc, cobre, plata, etc.

Los procedimientos de la metalurgia del plomo tienden á eliminar el azufre y las impurezas, dejando al metal en estado líquido. Para conseguirlo se emplean dos procedimientos diferentes llamados de *oxidación* y de *reducción*.

Este último está fundado en que el sulfuro de plomo calentado con hierro metálico, produce sulfuro de hierro y plomo en libertad ($\text{Pb S} + \text{Fe} = \text{Fe S} + \text{Pb}$). Para aplicar este método se hace uso de un horno parecido á los de manga, y en él se colocan el mineral, el carbon y granalla de hierro. La descomposición del sulfuro por el hierro tiene lugar de una manera continua por virtud de la temperatura que desenvuelve el carbon al ser quemado por una corriente de aire. En la parte baja ó crisol del horno se depositan dos capas

líquidas constituidas, la una por el plomo líquido, y la otra por la *mata de plomo* formada por el sulfuro no reducido y la plata. Después de la solidificación se retiran ambas capas y el plomo queda en forma de disco. Este método produce una gran economía de combustible, pero tiene el inconveniente de dejar perder grandes cantidades de metal y sobre todo de la plata.

La extracción por el método de oxidación se verifica en hornos de reverbero en los cuales se halla el mineral sometido á la acción de una fuerte corriente de aire que le oxida y produce ácido sulfuroso, óxido de plomo y sulfato de plomo. El ácido sulfuroso se desprende, y el óxido y sulfato reaccionan sobre el sulfuro no atacado dando plomo metálico según la siguiente fórmula:



La parte más delicada de la operación está en saber el momento en que hay las debidas proporciones de óxido y sulfato para dar el golpe de fuego que produce la reacción, pero esto además de con la práctica se consigue repitiendo varias veces la reacción.

IV. *Afinado del plomo.*—El metal obtenido por cualquiera de los anteriores procedimientos está im-

purificado por otros metales extraños que es preciso separar. Si las impurezas están en pequeña proporción basta una fusión del plomo en plano inclinado, para que el metal resbale y deje los cuerpos extraños adheridos al suelo; ó una fusión en calderas en las cuales se introducen trozos de madera verde que al carbonizarse elevan á la superficie los cuerpos extraños. Si las impurezas están en gran número, el plomo se funde en hornos de reverbero á la temperatura del rojo y bajo la acción de una corriente de aire que oxida sucesivamente á los demás cuerpos al mismo tiempo que al plomo. El óxido (litargirio) sube á la superficie con los demás óxidos, y la operación se detiene. Esto supone la pérdida de alguna cantidad de plomo, pero el refinado es mas perfecto. Por otra parte los óxidos reunidos se tratan por el carbon y facilitan el plomo *duro* rico en cobre, arsénico y antimonio, y muy apropiado para la construcción de caracteres de imprenta.

Para obtener el plomo químicamente puro, se calcina el nitrato purificado por cristalización, y el óxido resultante se reduce por el carbon.

V. *Propiedades y aplicaciones del cobre.*—El cobre es un metal de color rojo, olor desagradable por el frotamiento, cristalizado en octaedros, de una densi-

dad de 8'8, gran conductor del calor y electricidad, poco elástico, muy tenaz, maleable y dúctil, fusible á 1.100°, y volátil al rojo blanco.

Inalterable al aire seco á la temperatura ordinaria, se oxida rápidamente al rojo. Al aire húmedo se cubre de una película de hidrocarbonato, y en las mismas condiciones es atacado por los ácidos, aun los mas débiles, y por las disoluciones alcalinas. Descompone el agua á temperaturas muy elevadas, y es atacado por el amoniaco que le disuelve formando el *agua celeste*, de color azul. Se combina fácilmente con el cloro, bromo, yodo, azufre y selenio, y forma aleaciones muy importantes.

Segun algunos químicos existen tres modificaciones alotrópicas del cobre; 1.^a la variedad insoluble en ácido nítrico diluido al 10 por 100; 2.^a la soluble, con producción de protóxido de nitrógeno; y 3.^a el cobre ordinario, soluble tambien pero desprendiendo bióxido de nitrógeno.

El cobre no es venenoso por sí solo, pero lo son mucho sus compuestos salinos por ser cuerpos solubles en los jugos ácidos del estómago. Los utensilios de cocina, si son de cobre, deben sufrir frecuentes limpiezas para evitar la formación del acetato (*cardenillo*) sal

eminentemente tóxica que entra en la circulación de la sangre produciendo la muerte.

Este metal es despues del hierro el que presenta mayor número de aplicaciones, pues además de entrar en la fabricación de la moneda aleado con los metales preciosos, se utilizan sus aleaciones para la fabricación de bronce de cañones, estátuas, campanas, coginetes, de aluminio, laton, similar, etc., para las líneas telegráficas por su gran conductibilidad, para construcción de alambiques, calderas, cubiertas, etc., etc.

VI. *Variedades comerciales.*—Se encuentran en el comercio las variedades llamadas cobre *negro*, en *roseta* y *afinado*. El primero debe su nombre á tener un color negruzco de trecho en trecho, es quebradizo y contiene gran cantidad de metales extraños. El de *roseta* tiene un color rojo morado, poco maleable y contiene algunas cantidades de óxido y metales extraños. Y el *afinado*, es cobre puro con todos los caracteres que distinguen á este metal.

VII. *Minerales de cobre.*—Se conocen muchos, y entre los principales el cobre *nativo* en cristales octaédricos; el *oxidulado* unas veces cristalino y otras amorfo; el carbonato que recibe los nombres de *azurita* y

malquita de colores azul el primero y verde el segundo, duros, densos y cristalizados en romboedros; el sulfuro de cobre ó *calcopirita*, de color amarillento, irisado en su superficie, frágil y empañado por sustancias extrañas; y el cobre *gris* ó sulfuro doble de hierro y cobre mezclado con zinc, plata, antimonio, arsénico, etcétera.

VIII. *Extracción industrial del cobre.*—Se puede obtener de todos sus minerales pero con preferencia se usa el cobre nativo, los óxidos y los sulfuros.

El cobre nativo siempre encierra una cantidad variable de cuarzo y se encuentra mezclado con óxido y sulfuro del metal. Para purificarlo en la industria metalúrgica, se le calienta en hornos de reverbero hasta la temperatura de fusión, despues de haber adicionado escorias ricas procedentes de operaciones anteriores. Una corriente de aire determina la oxidación de los cuerpos extraños y de parte del cobre. Para destruir el óxido formado, se agrega carbon, se reduce, y se obtiene un cobre maleable que se expende en lingotes.

El tratamiento de los metales oxidados es todavía mas fácil, pues basta colocarles en hornos con carbon para que el cobre metálico fundido caiga á la parte inferior y se obtenga un metal (cobre negro) con un 7

por 100 de impurezas. Se refina fundiéndole nuevamente en una atmósfera muy oxidante para transformar en escorias al azufre y metales extraños mas oxidables que el cobre. El aparato empleado para este afinado es un crisol semi-esférico de albañilería, á donde llegan las toberas que inyectan el aire. Cuando el azufre, arsénico y antimonio se han volatilizado, se vierte agua sobre el cobre líquido, determinando esto la solidificación de un disco metálico que se separa; se vuelve á echar agua, se separa el segundo disco, y repitiendo esta operación cuantas veces sea necesario se obtiene el cobre en rosetas. Estas aun tienen pequeñas cantidades de óxido, y la afinación se completa fundiéndolas por última vez en un pequeño horno y cubriendo el líquido con una capa de carbon destinada á reducir el óxido.

Los minerales sulfurados producen mas cantidad de cobre pero su tratamiento es mas pesado. Se empieza por una tostación que elimina parte del azufre en estado de ácido sulfuroso, y el arsénico y antimonio en los de ácido arsenioso y óxido de antimonio, al paso que los metales extraños se transforman parcialmente en óxidos. El mineral tostado se funde seguidamente con carbon y una materia silíceas; el óxido de hierro se combina con la sílice y forma una escoria irreducible,

fácil de separar, mientras el óxido de cobre, reducido por el carbon, dá un cobre que se une al sulfuro no descompuesto para formar una *mata* mas rica en cobre y menos en azufre y hierro que el mineral primitivo. Repitiendo varias veces este tratamiento se consigue por último separar todo el azufre y hierro, quedando una *mata* constituida casi en absoluto por cobre metálico.

IX. En Riotinto la extracción se verifica del modo siguiente: Los minerales pobres en cobre y mezclados con hierro, azufre y silicatos, se fraccionan en pedazos y se disponen en pilas (*teleras*) sobre capas de ramaje, dejando en el centro una chimenea por la cual se introducen ramas ardiendo que producen la combustión de las pirámides. El azufre se convierte en ácido sulfuroso y sulfúrico, que con los óxidos de hierro, cobre, y algunas cantidades de zinc, forma los sulfatos correspondientes solubles en el agua; con ellos van mezclados arseniatos y antimoniatos. En esta calcinación se obtienen tambien los *núcleos* que son sulfuros muy ricos en cobre y que proceden de la concentración del sulfuro de cobre en los trozos del mineral calcinado. Despues de algunos meses, se deshace la pila, y se echa el mineral en estanques de mampostería (pi-

lones de disolución) que se llenan de agua. Cuando el mineral está disuelto y saturado de agua pasa á otro depósito mas bajo (reposadera) donde se aclara y deposita el polvo que traía en suspensión. De este depósito descende á los *pilones de precipitación*, en los que previamente se han colocado lingotes de hierro en forma de castillejo. El hierro precipita al cobre, convierte en subsales á los sulfatos, arseniatos y antimoniatos de hierro que por esta razón se precipitan, y abandonan silicio, azufre, fósforo, etc., al cobre cementado que recibe el nombre de *cáscara* y que tiene el aspecto de una tierra pesada y oscura. Esta cáscara se escurre y se transforma en bolas que una vez secadas se las calcina en hornos. Después se funden en fraguas comunes, y se obtiene cobre negro que se afina como ya hemos dicho.

V METALURGIA DE LA PLATA, ORO Y MERCURIO.

SUMARIO.--I.--Propiedades y aplicaciones de la plata
--II.--Minerales.--III.--Extracción industrial.--IV.--
Plomo argentífero.--V.--Propiedades y aplicaciones
del oro.--VI.--Estado natural.--VII.--Extracción in-
dustrial.--VIII.--Propiedades y aplicaciones del mer-
curio.--IX.--Extracción industrial.--X.--Purificación.

I. *Propiedades y aplicaciones de la plata.*—La plata es un metal sólido, de color blanco, brillante por el pulimento, inodoro é insípido, con una densidad de 10'47, muy buen conductor del calor y electricidad muy dúctil y maleable, traslúcido en capas delgadas, tenaz, cristalizado en el sistema cúbico, fusible á 1.000° y volatilizable á temperaturas mas elevadas.

La plata á la temperatura ordinaria no se oxida, pero por la acción del calor intenso arde en una atmósfera de oxígeno, y se forma el óxido. En estado de fusión disuelve 22 veces su volúmen de oxígeno, que

abandona despues por enfriamiento, rompiéndose las capas metálicas y produciendo en la superficie un hongo rugoso (*galleo* de la plata). Es atacada por el ácido nítrico que la disuelve produciendo el nitrato y bióxido de nitrógeno. El ácido sulfúrico reacciona en caliente; los hidrácidos forma las sales halógenas de plata con desprendimiento de hidrógeno; los álcalis no tienen acción alguna sobre este metal, y el azufre ó ácido sulfhídrico forman una capa superficial de sulfuro negro.

Tiene muchas aplicaciones, y entre las principales está la fabricación de la moneda en aleación con el cobre, en la joyería, en el plateado galvánico, en la construcción de utensilios de laboratorio, etc.

II. *Minerales de plata.*— Se halla este metal con frecuencia en estado nativo, cristalizado ó en masas amorfas de algunos kilogramos de peso, mezclado con pequeñas cantidades de oro, cobre, hierro, arsénico, etc. Se encuentra tambien en estado de sulfuro (*argirosa*) de sulfo-arseniuro, sulfo-antimoniuro (*plata roja*) y de cloruro, bromuro, etc.

Se extrae generalmente del sulfuro y sulfo-antimoniuro de plata; y algunas veces del cobre gris y la

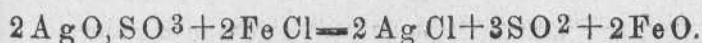
galena, que como ya hemos dicho contienen pequeñas cantidades de este metal.

III. *Extracción industrial*—Los procedimientos metalúrgicos varían según la naturaleza del mineral y de su riqueza, y entre los más usados, describiremos los principales.

Uno de los procedimientos es el de *copelación*, que se usa con la plata nativa ó los sulfuros muy ricos. La copelación se lleva á cabo en un horno de plaza circular en forma de cuba, capaz de contener grandes cantidades de metal, y en su fondo se colocan sobre ladrillos refractarios masas esponjosas de ceniza de huesos iguales á las que sirven para fabricar copelas de laboratorio. En la cuba se introduce el mineral de plata con un peso igual de plomo metálico, y se eleva la temperatura por medio de dos hogares situados á ambos costados del horno. El plomo entonces se apodera de una parte de plata nativa y por otro lado descompone al sulfuro de plata dando sulfuro de plomo y plata metálica. De esta manera queda formada una aleación fundida de plomo y plata que se vé sometida á la acción de una corriente de aire que oxida al plomo convirtiéndole en litargirio que se embebe en la materia porosa de la copela. Al final de la operación, cuan-

do cesa la oxidación del plomo, la película de litargirio que cubre la superficie de la plata se rompe rápidamente y deja ver el metal muy brillante por efecto de la elevada temperatura. A este fenómeno, se le llama en metalurgia, el *relámpago*. El sulfuro y óxido de plomo que queda en el horno y copela despues de retirada la plata, son aprovechados en la industria sometién- doles á algunos tratamientos.

Otro procedimiento de obtención de la plata es el de *cloruración y amalgamación*. Varían estos métodos segun el país en que se efectuan, pero para formarse idea de su fundamento describiremos el de Freiberg. Se aplica á los minerales sulfurados pobres en plata. Estos minerales reducidos á polvo fino se mezclan con un 10 por 100 de sal marina, y se tuestan en un horno de reverbero, en el cual se agitan mientras son oxidados por una corriente de aire. El antimonio y arsénico se oxidan y volatilizan, mientras que los sulfuros se transforman en sulfatos. El sulfato de hierro reacciona sobre el cloruro de sodio y dá por doble descomposición percloruro de hierro y sulfato de sosa; y el percloruro de hierro reacciona sobre el sulfato de plata transformándole en cloruro, con desprendimiento de ácido sulfuroso y óxido de hierro.



Terminada la tostación se introduce el cloruro de plata con fragmentos de hierro y con mercurio en un gran tonel móvil alrededor de un eje horizontal puesto en movimiento por una rueda hidráulica. Dentro de este tonel el cloruro de plata es reducido por el hierro, formándose cloruro de este metal y plata metálica que se amalgama con el mercurio. Después de algunas horas, se retira la amalgama formada en un exceso de mercurio y se cuela á través de un paño quedando un compuesto que encierra un 30 por 100 de plata. Esta aleación se destila colocándola en platos atravesados por una varilla vertical y cubiertos por una campana. A temperaturas elevadas la aleación se descompone volatilizándose el mercurio que se condensa en un depósito de agua colocado debajo de la campana, y quedando en los platos la plata metálica mezclada con pequeñas cantidades de cobre, plomo, níquel, arsénico, etcétera.

En América la plata se extrae por este procedimiento pero las reacciones se hacen en frío á causa de la carestía del combustible. El método varía poco del que hemos descrito.

IV. Se extrae también la plata del plomo argentífero, fundándose en el hecho de que las aleacio-

nes de plomo y plata son mas fusibles que el plomo mismo. El plomo impuro calentado y fundido en una gran caldera de hierro colado se abandona á un enfriamiento lento para que se formen unos cristales octaédricos de plomo puro, en tanto que la plata se concentra en la parte que aun permanece líquida. A medida que los cristales se van formando se retiran con auxilio de unos cazos, y se van agrupando por el órden de su formación. Los primeros son muy pobres en plata, los siguientes van conteniendo mayores cantidades de este metal y á medida que se acercan al término de la operación van siendo mas ricos. Se procede á nuevas cristalizaciones con cada grupo, y se llega á obtener al final de tres cristalizaciones una plata que se entrega al comercio.

La plata extraida por cualquiera de los procedimientos en uso, no es pura, y su afinado consiste en sucesivas oxidaciones ó en fusiones con grafito en presencia del nitrato potásico. En los laboratorios se obtiene pura en pequeñas cantidades calcinando el óxido, ó las sales de ácido volátil como el nitrato.

V. *Propiedades y aplicaciones del oro.*—El oro es un metal sólido brillante, de color amarillo rojizo cuando está puro, amarillo violáceo cuando está en

polvo, blando, sin elasticidad, el mas dúctil y maleable de todos los metales y poco tenaz. En capas delgadas deja paso á los rayos verdes de la luz, y es buen conductor del calor y electricidad. Tiene una densidad de 19'30, cristaliza en octaedros ó en prismas cuadrangulares, se suelda consigo mismo elevando la temperatura, se funde á 1.250° y se volatiliza al calor del soplete oxihídrico.

La propiedad esencial del oro es su inalterabilidad en presencia de la mayor parte de los reactivos. No se oxida á ninguna temperatura ni por el oxígeno, aire, agua, ácido sulfúrico, nítrico, clorhídrico, ni álcalis, y únicamente se obtiene su óxido por el nitrato potásico fundido y el ácido yodhídrico combinado con el sulfúrico. El cloro le ataca fácilmente transformándole en cloruro soluble, así como todas las mezclas productoras de cloro (agua régia, mezcla de ácidos clorhídrico y crómico, etc.) En caliente, el oro se combina con el fósforo, arsénico y antimonio.

Las principales aplicaciones del oro están en la fabricación de la moneda y joyas, dorado galvánico, y en la construcción de hojas delgadísimas (panes de oro) para dorar papeles, cartones, libros, etc., para confeccionar algunos colores, y para preparar ciertas sales

empleadas en fotografía y como reactivos en los laboratorios.

VI. *Estado natural del oro.*—Este metal está extremadamente distribuido por la naturaleza, pero siempre se le encuentra en pequeñas cantidades, á cuya escasez se debe su valor. Se halla rara vez en estado de combinación, con los metaloides pero es frecuente encontrarle aleado con la plata, cobre, hierro, mercurio y otros metales. Se encuentra el oro en tres posiciones geológicas muy diferentes; en rocas cristalinas diseminado con el cuarzo; en pequeñas partículas en las minas de plata; y en ciertos terrenos de aluvión con arenas que proceden de la disgregación de rocas cristalinas. Los yacimientos auríferos mas productivos son los de Siberia, Montes Urales, California, Australia y Nueva Zelanda, y en estos terrenos se presenta algunas veces en pepitas ó pequeños granos. Algunos rios arrastran arenas que contienen pajillas de oro, pero en cantidades tan pequeñas que no conviene una explotación industrial.

VII. *Extracción industrial del oro.*—La extracción directa del oro se hace siempre del nativo mezclado con cobre, plata, hierro y mercurio, variando el

tratamiento segun las condiciones locales y la naturaleza del mineral.

La extracción por lavado está basada en la gran densidad del oro nativo, pero no hay hasta ahora ningun procedimiento perfeccionado que separe absolutamente las pequeñas porciones de metal del resto de sustancias extrañas.

El verdadero procedimiento metalúrgico es el de *amalgamación*, aplicable á todos estos minerales preciosos, sin mas que variar de aparatos. Si se trata de arenas auríferas, se utiliza un canal ó conducto ligeramente inclinado y guarnecido en su fondo de pequeñas cavidades donde se aloja el mercurio. Desciende por ese canal una corriente de agua que arrastra las arenas auríferas que además de ser lavadas abandonan el metal que se amalgama.

Cuando lo que se trata es el mineral cuarzoso se utiliza la máquina *Berdan* que lava, tritura y amalgama á la vez. Este aparato está constituido por cuatro vasijas de fundición reunidas en una armadura de madera, pudiendo cada una de estas vasijas recibir un movimiento de rotación que le comunica un motor cualquiera. En ellas se introduce mercurio, el mineral en fragmentos y dos ó tres grandes bolas de hierro fundido, y se pone el aparato en función mientras llega á

él un filete continuo de agua, y la temperatura se eleva por el calor que desprende un hogar situado debajo del suelo en que descansa la máquina. Por la agitación, las bolas pulverizan el mineral, éste se lava en el agua y el oro se amalgama. (*)

Otros aparatos usados en California consisten en muelas verticales ú horizontales que pulverizan el mineral y le amalgaman, pero la gran dificultad de todos estos métodos consiste en separar al final de las operaciones la amalgama de la ganga pulverizada porque esto produce pérdidas considerables.

En algunas localidades los minerales de oro se tuestan é introducen despues en toneles por los cuales se hace pasar una corriente prolongada de cloro gaseoso durante seis horas, y cuando todo el oro se ha convertido en cloruro, se destruye el compuesto por otra corriente de ácido sulfhídrico.

El oro se refina tratándole por el ácido sulfúrico que no teniendo ninguna acción sobre él ataca á los demás metales y los separa en estado de sulfatos solubles, sobre todo á la plata que forma la impureza en mayores cantidades. Si aun contuviera plomo, arsénico

(*) Esta amalgama se destruye del mismo modo y con igual aparato que el descrito al tratar de la plata.

ó antimonio, se funde el metal, y se pasa una corriente de cloro durante algunos minutos para que se formen los cloruros correspondientes, menos el de oro que no es atacado á esa temperatura. Este procedimiento no ocasiona pérdida del metal.

VIII. *Propiedades y aplicaciones del mercurio.*—

Es un metal conocido desde la antigüedad con el nombre de *plata viva*, líquido á la temperatura ordinaria, dotado de brillo cuando está puro, con una densidad de 13'60, no moja los cuerpos con los cuales se pone en contacto formando siempre menisco convexo; se solidifica á 40° y adquiere la forma de un sólido cristalizado en octaedros, parecido al plomo y con una densidad de 14'40. Hierve á 350°, pero emite vapores á todas temperaturas, lo cual se demuestra poniendo suspendida sobre él una lámina de oro, que vá blanqueando poco á poco hasta transformarse en amalgama. El mercurio es cuerpo buen conductor del calor y electricidad.

A la temperatura ordinaria es inalterable al aire seco y húmedo, pero se oxida lentamente cuando contiene metales oxidables formándose entonces sobre la superficie una película grís que se adhiere al vidrio. A la temperatura de ebullición se cubre de películas rojas

de óxido. El ácido sulfúrico le ataca en caliente, el nítrico en frío, y los hidrácidos forman los cloruros, bromuros, etc. Con el azufre se combina en frío y lo mismo con el ácido sulfhídrico húmedo.

El mercurio constituye un violento veneno, lo mismo estando libre que en combinación, si bien sus sales tienen mas energía en los efectos fisiológicos y sobre todo el bicloruro (sublimado corrosivo). Sus antídotos son la albumina y el protosulfuro de hierro que forman con el mercurio compuestos insolubles.

Este metal tiene numerosas aplicaciones en la extracción del oro y la plata, estañado de espejos, dorado galvánico, preparados medicinales, fulminatos, instrumentos de física, y en los laboratorios para la obtención de gases solubles en el agua.

IX. *Extracción industrial.*—El mercurio se encuentra rara vez en estado nativo, y en mayor abundancia formando sulfuros, cloruros, yoduros, etc., y amalgamado con la plata. Los compuestos explotados son el sulfuro de mercurio (*cinabrio*) y el nativo diseminado en pequeños glóbulos en capas bituminosas. Los yacimientos principales se encuentran en Almadén é Idria, y algunos menos ricos son explotados en Perú, Méjico y California.

Cuando se encuentra nativo se separa de las impurezas por simple destilación, pero lo regular es que se extraiga del cinabrio en aparatos que varían según las localidades.

En Almaden se obtiene por tostación en hornos prismáticos, en los cuales se coloca el mineral que se volatiliza en forma de ácido sulfuroso y vapores de mercurio. Ambos gases marchan por un conducto formado de alargaderas llamadas *abudeles* en las que se condensa el metal y es recogido en cámaras frías. El ácido sulfuroso continua su marcha y sale al exterior por la chimenea.

X. *Purificación.*—El mercurio obtenido por los procedimientos de la metalurgia encierra siempre metales extraños. Para purificarlo se le somete á la destilación en retortas de hierro y los vapores condensados se recogen en recipientes con agua. Sin embargo algunos metales se destilan también y continúan impurificando al mercurio, por lo cual se somete éste á una segunda purificación que consiste en agitar el líquido con ácido nítrico diluido para que se forme nitrato de mercurio y los demás metales le desalojen apoderándose del ácido.

VI

TELEGRAFIA.

SUMARIO.--I.--Objeto de la telegrafia.--II.--Fundamentos.--III.--Diferentes clases de telégrafos.--IV.--Telégrafos de agujas.--V.--Telégrafos de cuadrante; modelo Breguet.--VI.--Telégrafos escritores; modelo Morse --VII.--Telégrafos impresores; modelo Hughes.--VIII.--Telégrafos autográficos.--IX.--Líneas telegráficas.--X.--Pilas.--XI.--Aparatos complementarios; timbres, galvanómetros, conmutadores, para rayos.--XII.--Telegrafia militar: aparatos, pilas, conductores.

I. La telegrafia eléctrica tiene por objeto la transmisión rápida del pensamiento á grandes distancias, fundándose en la propiedad que poseen las corrientes desarrolladas por un foco de electricidad, de recorrer espacios muy grandes en pequeños períodos de tiempo.

II. La necesidad de exponer en estos apuntes ligeras ideas, nos impide entrar en consideraciones re-

lacionadas con los fundamentos teóricos de los aparatos telegráficos, pero suponiendo conocidos todos los principios físicos en que se basa el uso de los telégrafos, daremos desde luego entrada á la descripción de los mas adoptados, (*) recordando únicamente en este lugar el conocido fenómeno de que cuando á un trozo de hierro dulce se le arrolla en espiral un hilo de cobre recubierto de una envolvente aisladora, se forma un *electro-iman* temporal, cuya fuerza electro-magnética dura mientras pasa la corriente eléctrica y cesa cuando esta se interrumpe. Combinando estas interrupciones de una manera convencional se obtendrán en la armadura del electro-iman tantas atracciones como veces ha pasado la corriente y tantas separaciones cuantas ha sido aquella interrumpida. Si el paso y suspensión de la corriente tiene duraciones desiguales é intervalos diferentes, se obtendrá un resultado que será el de que la armadura reproducirá esas alteraciones que sirven de señal segun los diferentes modelos de aparatos telegráficos. Para conseguir esto basta que un muelle ó resorte solicite á la armadura cuando no se halle atra-

(*) Por si se quisieran recordar esos principios, véase en cualquier tratado de Física, todo cuanto tiene relación con las corrientes inducidas, galvanómetros, electro imanes, corrientes directas é inversas, circuitos, etc.

da por el paso de la corriente, sin que impida que esta lo atraiga á su paso, y queda así establecida una sucesión de oscilaciones cuya duración se traduce en palabras, segun el sistema ó clave adoptado de antemano.

Tal es la teoría ó fundamento general de los telégrafos, aparatos cuya disposición varía mucho en los diferentes modelos, pero que podemos decir que en todo caso están compuestos de las partes siguientes:

Aparato productor de signos ó *manipulador*.

Aparato *receptor* de las señales.

Aparato de transmisión ó *línea*.

Aparato *productor* de la corriente (pila, máquina eléctrica, etc.) y

Aparatos *complementarios* del sistema telegráfico.

III. Hemos dicho que el número de modelos es variado y hasta podemos añadir que muy crecido, pero como aquí solo nos hemos de ocupar de los de mas aplicación, los clasificaremos en grupos teniendo presente que para esa agrupación solo atenderemos á lo original de los aparatos receptor y manipulador, desentendiéndonos de la línea, pila y accesorios que por lo general son los mismos para todos los sistemas. Estos grupos son los siguientes:

1.º Telégrafos de agujas.

- 2.º Telégrafos de cuadrante.
- 3.º Id. escritores.
- 4.º Id. impresores.
- 5.º Id. autográficos.

IV. *Telégrafos de agujas.* — Se llaman así á los aparatos cuyas señales se manifiestan por las desviaciones que la corriente de línea produce en una série de agujas de que se compone el receptor.

Estos aparatos, que fueron los primeros de aplicación práctica son hoy tan poco usados, que diremos su composición sin detenernos en detalles.

Los primeros, de Wheatstone, se componían de cinco agujas, que reclamaban el concurso de otros tantos galvanómetros produciendo un sistema complicado y sujeto á frecuentes averías. El mismo inventor lo simplificó despues, dejando las agujas reducidas á una.

El *manipulador* de este aparato se compone de un mango ó traviesa metálica que el empleado puede hacer girar á derecha ó izquierda, á cuyo efecto este mango se halla sostenido en una pieza vertical de madera, atravesada por una espiga á cuyo extremo se sujeta el manipulador. Al moverse este á voluntad, hace girar á un cilindro ó muñon de boj situado detrás de la pie-

za de madera y encajado en la misma espiga del manipulador. Los movimientos de este muñon establecen el contacto de varias piezas metálicas de que está provisto con otros tantos muelles, metálicos tambien, que transmiten la corriente por el hilo de línea á la estación receptora.

El receptor está incluido en el mismo aparato manipulador, y no consiste mas que en un cuadrante marcado en la parte anterior de la pieza de madera, y en el cual están escritas las letras, números y signos de transmisión.

En el centro del cuadrante existe una aguja, que corresponde á un galvanómetro, y sus desviaciones á derecha ó izquierda están marcadas por las cifras 1 y 3, grabadas en unos botoncitos de marfil. De este modo, la corriente que envía el manipulador, entra en el galvanómetro, desvía la aguja en un sentido ó en otro, y combinando estas desviaciones y su número, se tiene un alfabeto convencional. Ejemplo; si la aguja se desvía dos veces seguidas inclinándose al boton marcada con el número 3, la letra segun el alfabeto inglés es la *A*; si la desviación corresponde primero al número 3 y despues al 1 la letra 31 es la *I*. De esta manera se comprende que con cuatro desviaciones, como má-

ximun, se representen todas las letras del alfabeto, los signos, números, etc.

Estos telégrafos han sufrido algunas modificaciones, y entre las de mayor importancia está la de haberse dispuesto en cada estación dos manipuladores, dos galvanómetros y dos receptores, que funcionan á la vez y que equivalen, uno á las desviaciones derechas de la aguja en el modelo primitivo y otro á las izquierdas. De este modo han desaparecido los inconvenientes y errores que en la lectura de los despachos acarrea la oscilación de una sola aguja cuando dejaba de ser solicitada por la corriente.

V. *Telégrafos de cuadrante.*—Se denominan de cuadrante los telégrafos cuyas señales son marcadas sobre una esfera por una aguja indicadora que recibe su movimiento de un electro-iman el cual se halla sometido á corrientes alternativamente emitidas é interrumpidas.

El inventor de estos telégrafos fué tambien Weatstone, y su aplicación se generalizó mucho al servicio de los ferro-carriles por la sencillez de su manejo. Hoy se siguen usando en el mismo servicio, pero con las modificaciones introducidas por Breguet. Describiremos este modelo.

El *manipulador* del telégrafo Breguet, consta de una esfera ó cuadrante sujeto por columnas metálicas á un zócalo horizontal de madera. El cuadrante tiene marcadas dos zonas concéntricas, dividida cada una en 26 sectores iguales. En los de la exterior están impresas las 25 letras del alfabeto separando la *A* de la *Z* por medio de una cruz; y en los de la interior, los números del 1 al 10 y los signos é indicaciones del servicio. Un eje que atraviesa el cuadrante por su centro lleva articulado en su extremo un manubrio que moviéndose sobre la esfera del mismo modo que las agujas de un reloj, gira y se detiene á voluntad sobre las letras ó signos marcados, á cuyo fin, este manubrio tiene un diente que engrana con muescas abiertas en el centro de cada sector.

Cuando se mueve el manubrio manejado á mano por el empleado, gira con él el eje, que arrastra en su movimiento de rotación á una rueda en la cual hay abierto un surco sinuoso con 26 ondulaciones, 13 entrantes y 13 salientes, que corresponde á cada una de las 26 letras ó signos marcados en la esfera. Esta rueda al girar choca con el brazo de una palanca de primer género, que al extremo opuesto, y por efecto de un resorte que la mantiene siempre unida con la periferia de la rueda ondulada, oscila entre dos botones,

uno metálico y otro de marfil, estableciéndose los contactos alternativamente segun que correspondan á un entrante ó á un saliente de la rueda sinuosa.

Tal es el aparato. Las corrientes que producen las señales se generan del modo siguiente: Cuando el manubrio se coloca encima de una letra, si suponemos que esta corresponde á un saliente de la rueda, la palanca se vé obligada á ponerse en contacto con el boton metálico. Este unido por medio de un hilo de cobre al polo positivo de la pila, produce una corriente porque el circuito queda cerrado sirviendo de conductor el hilo de línea, la palanca móvil y la rueda ondulada. Si por el contrario, el manubrio se coloca sobre una letra que corresponda á un entrante, la palanca puesta en contacto con el boton de marfil aísla el aparato é interrumpe el paso de la corriente. De manera que en una rotación completa del manubrio se producirán alternativamente trece emisiones de corriente y trece interrupciones. Cuando el manubrio se coloca sobre la letra que se desea marcar, el empleado hace una pequeña parada, y continua la rotación siempre de izquierda á derecha, para lo cual el cuadrante tiene un encliquetaje que impide el movimiento inverso. Terminado de transmitir el despacho se coloca el manubrio sobre la cruz que separa la *A* de la *Z*.

Veamos ahora cómo las señales del manipulador se reciben en la estación de destino.

El aparato *receptor* del telégrafo Breguet consiste en un cuadrante provisto de las mismas divisiones que el del manipulador. En su interior tiene un mecanismo de relojería con un eje comun á la rueda de escape y á la aguja del cuadrante. Su modo de funcionar es el siguiente: La corriente emitida, por la estación que transmite, llega por el hilo de línea al aparato receptor, y recorriendo la espiral de un electro-iman atrae á la armadura de este. Solicitada la armadura arrastra en su movimiento á un árbol con el cual forma parte la uña que detiene á la rueda de escape, y libre esta, oscila dejando pasar un diente y obligando á la aguja á marcar otra letra. En el momento en que la corriente se interrumpe, la armadura del electro-iman solicitada por un resorte antagonista determina otro movimiento análogo que dá por resultado el que la aguja marque la siguiente letra. Cuando la transmisión del despacho ha concluido, la aguja debe ser colocada en el sector que está marcado con la cruz, y para eso no hay mas que oprimir un boton que corresponde á una varilla, que haciendo bajar al árbol suprime su contacto con la rueda de escape, y de este modo esta marcha por el

mecanismo de relojería hasta el momento en que la aguja se encuentre en el punto que se desee.

Además del telégrafo descrito se han inventado otros muchos de cuadrante, como los de Siemens, Froment, etc., pero lo elemental de estos apuntes impide que entremos en su descripción. Con el de Breguet basta para formarse una idea de su fundamento.

VI. *Telégrafos escritores.*—Se dá este nombre á los aparatos en los que el despacho recibido queda marcado ó escrito en una cinta de papel, merced á un punzon ó varilla metálica cuyo movimiento es debido al paso ó interrupción de la corriente.

Los telégrafos ya descritos de agujas ó cuadrante tienen las ventajas de necesitar corrientes débiles y de ser de fácil aprendizaje, pero en cambio se cuenta con el grave inconveniente de que no dejando señal ninguna de los despachos, no pueden estos ser comprobados en caso de error.

A obviar estas dificultades tienden los telégrafos escritores que hasta el día han sido de general aceptación. Su tipo es el del telégrafo Morse, que luego ha sufrido muchas modificaciones.

El *manipulador* Morse se compone de una palanca de primer género, es decir, fija en su punto medio y

libre en sus extremos. Estos están ordinariamente en tal disposición, que cuando el aparato se halla en reposo ó se recibe el despacho, el extremo posterior, por efecto de un muelle, descansa sobre un boton metálico. Para hacerle funcionar no hay mas que oprimir el extremo anterior y obligarle á ponerse en contacto con otro boton metálico. El punto medio de la palanca ó manipulador está en comunicación con el hilo de línea, el anterior con el polo positivo de la pila, y el posterior con el aparato receptor. Cuando está en reposo, las corrientes que llegan de la estación contraria, entrando por el punto céntrico recorren la masa metálica de la palanca y van al receptor por el sitio de contacto. Pero cuando se transmite, las corrientes de la pila saliendo por el extremo anterior (á cuyo efecto el manipulador se ha bajado) van al hilo de línea y recorren el circuito. De manera que por virtud de esta disposición las corrientes pueden interrumpirse y producirse á voluntad sin mas que establecer ó no el contacto de la palanca con el boton metálico anterior. Estas corrientes prolongadas ó instantáneas, se combinan de antemano y queda establecido un alfabeto, cuyos resultados se aprecian en el receptor.

El *receptor* consiste en un electro-iman que recibe las corrientes emitidas por el manipulador. Al recorrer

la espiral de las bobinas, es atraída la armadura; oscila entre dos tornillos, mueve una pieza metálica y esta obliga á una cinta de papel á comprimirse contra un disco manchado de tinta, quedando una señal que segun que la corriente sea prolongada ó nó se traduce en una raya ó un punto, puesto que el papel se desarrolla de un modo continuo con el auxilio de un mecanismo de relojería. Estos puntos y rayas forman el alfabeto convencional de que hemos hablado. Si el empleado obliga al manipulador á verificar dos contactos con el boton anterior, y de estos contactos el uno es instantáneo y el otro prolongado, en el receptor se manifestarán esos contactos por dos corrientes de diferente duración, que atrayendo á la armadura del electro-iman, producirán en el papel un punto y una raya, ó sea la letra *A*.

Cuando la corriente cesa, la armadura es solicitada por un resorte antagonista que la obliga á separarse de los polos del iman y destruye el magnetismo remanente. Entonces el papel, libre de la presión que sobre él se ejercía, continua su marcha sin que quede marcado, produciendo los blancos que separan unas de otras, las palabras, las letras y los signos.

La cinta de papel que el aparato de relojería va

haciendo desarrollar, procede de una devanadera, y se arrolla en otra despues de impreso el despacho.

Antes de entrar en la descripción de otros telégrafos, diremos algo acerca de los *relevadores* ó *relais*. Al principio de ponerse en uso los telégrafos Morse, las señales quedaban marcadas en relieve por la presión de un punzon, y si bien las corrientes tenían bastante intensidad para atraer las armaduras del electro-iman, no la tenían bastante para la impresión. Para suprimir este inconveniente se inventaron los *relais*, cuyo objeto no era mas que el de reforzar la corriente de la línea.

El relevador mas sencillo consta de un electro-iman, con su armadura. Las corrientes que llegan á la estación por la línea, antes de entrar en el receptor, van al *relais*, cuyo iman al polarizarse atrae la armadura; pero esta que está en comunicación con una pila local, manda la corriente al receptor, reforzada con la que produce la pila de reemplazo. Para producir este efecto, la armadura al ser atraída se pone en contacto por uno de sus extremos con un boton donde se empalma el hilo de las bobinas del receptor.

VII. *Telégrafos impresores.*—Se llaman así á

los aparatos en que el despacho queda impreso en caracteres tipográficos.

Sobre todos los telégrafos descritos, el impresor tiene una necesidad, y es la del sincronismo en los movimientos del manipulador y receptor.

Después de muchos ensayos practicados desde 1841 para la impresión de los telegramas en caracteres ordinarios, se ha llegado á adoptar para el servicio oficial en algunas líneas, el aparato Hughes, que es el que hasta la fecha parece acercarse mas al ideal de los telégrafos impresores.

Este aparato está de tal modo dispuesto que al hacer funcionar el manipulador queda impreso el despacho al mismo tiempo que en el receptor de la estación de destino, lo cual facilita la comprobación de los errores. De aquí resulta que describiendo la impresión en una de las estaciones, queda explicada la de la contraria, que funciona de un modo absolutamente igual.

El telégrafo Hughes está situado sobre una mesa de gran solidez, que soporta además del aparato, un mecanismo de relojería puesto en acción por un motor que pesa por lo menos 50 kilogramos. En la parte anterior de la mesa hay un teclado compuesto de 28 teclas, 26 de las cuales tienen marcadas las letras, signos, etc., y las 2 restantes en blanco sirven para pro-

ducir los intervalos una, y la otra para imprimir á voluntad el signo ó letra que cada tecla lleva marcada.

El aparato de relojería pone en movimiento tres ejes; dos horizontales llamados *eje de tipos* y *eje impresor*, y otro vertical ó *eje de las corrientes*.

El eje de tipos lleva exteriormente una rueda en cuyo contorno se hallan grabadas en relieve las letras, números, signos, etc., de las teclas; y detrás de esta rueda, otra *correctora* que restablece el sincronismo cuando un aparato se haya adelantado ó retrasado con respecto al otro.

El eje impresor gira con velocidad mucho mayor que el de los tipos. Tiene en su longitud cuatro salientes ó excéntricas. Una de ellas empuja un rodillo impresor contra la cinta de papel y este contra la rueda de tipos haciendo que se marque la letra ó signo. Otra hace avanzar la cinta despues de impresa para espaciar la letra. La tercera obra sobre la rueda correctora reparando las desviaciones. Y la cuarta coloca de nuevo los aparatos en la posición primitiva.

El eje de las corrientes es vertical y recibe su movimiento del de tipos por medio de un engranaje cónico. Al girar pone en marcha un carrito sobre un disco horizontal haciéndole describir una vuelta completa al mismo tiempo que la rueda de tipos hace una rotación.

El disco horizontal tiene 28 agujeros, tantos como teclas el manipulador y como letras el contorno de la rueda de tipos. Todo el movimiento está regulado por el aparato de relojería de tal modo que en el momento de pasar el carro por encima de uno de los agujeros, correspondiente á una tecla determinada, se encuentra la letra marcada por ella, en la rueda de tipos, ocupando la parte inferior, ó sea enfrente del rodillo impresor.

Cuando se baja una de las teclas, su extremo opuesto se levanta é introduce una lengüeta metálica en el orificio correspondiente de la platina ó disco horizontal. Esta lengüeta poniéndose en contacto con el carrito establece el paso de la corriente que sale por el hilo de línea á la estación contraria donde produce iguales efectos, siempre que el sincronismo se halle perfectamente establecido.

La corriente que sale de la pila, antes de pasar al hilo de línea recorre las espirales de un electro-iman, compuesto de dos piezas de hierro dulce con sus correspondientes carretes, y con sus polos situados sobre los de un iman permanente de herradura.

Como se vé por la somera descripción hecha de este telégrafo, su disposición es mas complicada que la de otros aparatos, pero en la práctica dá muy buenos

resultados y sus ventajas además de ser muchas, tienen la incomparable de producir una rapidez de transmisión dos ó tres veces mayor que la del telégrafo Morse. No podemos entrar en muchos detalles, y solo hemos dado una ligera idea de la manera de estar constituido.

Para transmitir, se suelta el freno del aparato de relojería y se llama á la estación contraria. Esta contesta, soltando tambien la manecilla del freno, y entonces los empleados de ambas estaciones arreglan sus aparatos poniendo las ruedas de tipos en el blanco y comprobando el sincronismo. Esto se hace repitiendo cierto número de veces una misma letra y observando si hay concordancia de velocidad. Si no la hubiese se arregla el sincronismo actuando sobre un péndulo que regula la marcha del mecanismo de relojería.

VIII. *Telégrafos autográficos.*—Son los aparatos que no solo reproducen el texto de un despacho, sino que lo hacen produciendo las letras, firmas, dibujos, etc., con su forma original.

Estos aparatos llamados tambien *pantelégrafos* son de composición tan complicada, que prescindimos de su descripción por ser casi imposible formarse idea de ellos sin el auxilio de una lámina ó un modelo, pero

sin embargo daremos una idea de su fundamento teórico.

Supongamos dos estaciones, en cada una de las cuales existe una placa de cobre en comunicación con el hilo de tierra. Sobre la placa de la estación expedidora se coloca una hoja de papel metalizado, en la cual se ha escrito el despacho con tinta grasa aisladora. En la placa de la estación de destino se coloca otra hoja de papel impregnado de una disolución de cianuro amarillo de potasio y hierro. Si sobre los trazos marcados con la tinta aisladora se pasa un estilete metálico puesto en comunicación con la pila y el hilo de línea; y en la estación de recibo hay otro estilete que se mueva sincrónicamente con el primero, se marcará en el papel cianurado un dibujo ó escrito igual que el primitivo, porque al llegar la corriente ejercerá su acción química sobre el papel, descomponiendo el cianuro y dejando un trazo de color azul.

Todos los aparatos de esta clase son muy ingeniosos, pero ofrecen un interés teórico mas bien que importancia práctica, por lo raro de los casos en que son necesarias las transmisiones de este género.

IX. — *Lineas telegráficas.* — Las corrientes emanadas de las pilas recorren los espacios que separan las

estaciones por medio de los conductores ó cuerpos metálicos que dan fácil paso al fluido eléctrico.

Estos conductores en las líneas aéreas, consisten en alambres suspendidos por lo comun de postes de madera, plantados á distancias iguales en el trayecto de la línea, sin que deba precisarse de una manera fija cuales sean los intervalos que guarden uno de otro, pues esto depende de lo accidentado del camino, de las curvas, cuestas, etc. Estos postes llevan sujetos los *aisladores*, que son piezas de porcelana, cristal ó cualquiera otro cuerpo mal conductor, afectando formas diversas pero tendiendo todas á hacer que sobre ellos no se detenga el agua de lluvia que podría ocasionar una derivación. De estos aisladores penden unos ganchos metálicos en los cuales tienen apoyo los hilos conductores. De trecho en trecho, estos ganchos se sustituyen con los *tensores*, que son piezas metálicas cuyos extremos ahorquillados sostienen unos rodillos donde se sujeta el hilo y sufre una tracción haciendo girar con un manubrio el eje del rodillo, provisto de un encliquetaje con uña para evitar el movimiento en sentido contrario. El objeto de estos aparatos es mantener los hilos en una tensión que dá como resultado el ofrecer menor resistencia á la acción del aire.

Los postes suelen ser de madera de pino, é inyec-

tados de una disolución de sulfato de cobre para impedir su putrefacción. Cuando el poste está seco es aislador, pero con el agua de lluvia pierde esa propiedad, y si el hilo se colgase de la madera sufrirá la corriente una derivación; de ahí la necesidad de los aisladores.

El hilo, verdadero conductor, era al principio de la instalación de los telégrafos eléctricos, de cobre de 2 milímetros de diámetro, pero su empleo quedó suprimido, porque aparte de su elevado precio, tenía el inconveniente de perder su elasticidad con los cambios de temperatura.

Desde entonces se emplean los alambres de hierro recocido, limpios por el agua acidulada y recubiertos de una delgada capa de zinc (hierro galvanizado). El zinc, oxidándose al aire forma una capa superficial de hidro-carbonato que preserva al hierro de toda clase de alteración. La menor conductibilidad del hierro con respecto al cobre, se compensa aumentando el diámetro de los alambres hasta 4 ó 6 milímetros.

Cuando la corriente eléctrica deba transmitirse á través de los mares, el alambre conductor está cubierto de muchas onvolventes que tienen por objeto aislarle y preservarle de cualquier avería. Consiste en un alambre de cobre ó en una cuerda formada por cinco ó seis hilos muy delgados, disposición esta última, á la

que se dá preferencia porque en caso de avería basta que quede intacto uno de los hilos para que la corriente pase.

El haz de hilos está recubierto de una capa de gutapercha con su espesor de 3 á 4 milímetros. Encima de esta capa aisladora é impermeable se arrolla una cuerda de cáñamo, y sobre esta un alambre galvanizado.

El cable de una misma línea suele ser de distinto grueso, segun la parte á que corresponda. Junto á la costa donde hay poca profundidad y donde el cable está expuesto á los accidentes que proceden de la agitación de las olas, el diámetro del conductor es mayor y su envolvente externa se compone de alambres metálicos revestidos de una combinación silicea. Para las profundidades medias, el cable es de menor diámetro; y para las inversiones en alta mar, se adopta el grueso mínimo, pues allí el cable no está expuesto á las agitaciones exteriores, y su peso menor facilita la colocación.

Cuando el tendido de la línea haya de hacerse por debajo de tierra, los conductores consisten en cables contruidos de un modo análogo á los submarinos, de menor diámetro que estos é incluidos en tubos metáli-

cos para evitar que la humedad del suelo destruya la capa de gutapercha y ocasione derivaciones.

Solo nos queda advertir que para obviar algunos inconvenientes que en las líneas submarinas se han observado por la longitud y grueso de los hilos, así como por las corrientes de inducción que se desarrollan en conductores exteriores (armadura metálica, agua, etcétera) se han sustituido los electro-motores voltáicos por aparatos de inducción magneto-eléctricos, que producen corrientes de mas intensidad y que se propagan con mas rapidez. Las corrientes de inducción se han tratado de evitar emitiendo por los cables corrientes alternadas en sentido contrario, de modo que se destruyan ó neutralicen, y tambien con el empleo de aparatos, cuya descripción omitimos por no encajar dentro de apuntes tan elementales como estos.

Las corrientes originadas por las pilas, se supone que sales por el polo positivo, recorren los conductores produciendo su efecto sobre electro-imanes, galvanómetros, etc., y vuelven á la pila de origen, entrando en ella por el polo negativo. De aquí parece deducirse que para la transmisión telegráfica se necesitan dos hilos conductores, uno de ida y otro de regreso, y aun cuando efectivamente sucede así, la disposición es tal que al exterior no aparece mas que un solo hilo. El

de regreso de las corrientes es sustituido por la tierra que siendo buena conductora de la electricidad desempeña el papel de cable. Para esto basta que los hilos correspondientes á los polos negativos de las pilas se suelden ó empalmen á unas planchas de cobre terminadas en varias puntas, y se entierren estas planchas á una profundidad que varía segun la longitud y resistencia de las corrientes, pero procurando siempre que haya humedad en el punto donde el cobre quede situado. En las instalaciones permanentes, el hilo de tierra se sumerge en un pozo ó se le dirige á cañerías, conductos de agua ó puntos que faciliten humedad.

X. *Pilas.*—La teoría de las diferentes pilas la suponemos conocida, así como tambien el modo de cargarlas y la reacción que produce el fluido eléctrico. Por consiguiente aquí solo nos ocuparemos en enumerar cuales de estos aparatos han sido preferidos para la telegrafía eléctrica.

Las antiguas pilas de Bunsen, fueron las primeras usadas en las líneas francesas. En Inglaterra se emplean las de artesa, cuyos compartimientos contienen arena impregnada en una disolución de clorhidrato de amoníaco, pero la corriente producida es poco intensa y solo puede convenir para los telégrafos de agujas.

Las pilas Siemens y Halske, tienen gran fuerza electro-motriz y son apropósito para la explotación de las grandes líneas.

Las del tipo Daniell son de fácil entretenimiento, pues basta echar líquido de vez en cuando para reparar las pérdidas ocasionadas por la evaporación, y cuidar de que siempre haya en el diafragma la cantidad suficiente de cristales de sulfato de cobre. La constancia en la corriente, hacen de estas pilas un buen aparato electro-motor.

Suelen tambien usarse las pilas de los tipos Leclanché, Callaud y Maiche, así como la Minotto que tiene la ventaja de ser muy portátil pues los líquidos están reemplazados por serrin humedecido, circunstancia que la hace recomendable para estaciones lejanas.

No puede recomendarse una pila determinada, como mas ventajosa para las necesidades de la telegrafía, pues su resultado depende de los aparatos telegráficos á que se destinen. Debemos sí decir, que cuando las corrientes necesitan reforzarse en la estación de recibo, las pilas locales pueden ser de cualquier tipo, pues su circuito es corto y como no necesitan suministrar electricidad á la línea, basta con poca intensidad y un pequeño número de elementos.

XI. *Aparatos complementarios. — Timbres. —*

Para avisar al empleado que ha de recibir el despacho, se usan los timbres ó aparatos de llamada, puestos en función por los hilos conductores y pilas de las respectivas estaciones.

El modelo mas sencillo consiste en un electroiman que recibe la corriente que envía el hilo de línea. Al pasar el fluido es atraída una armadura á cuyo extremo existe un martillo que entonces choca contra una campana y produce un sonido. Esta armadura, cuando el aparato se halla en reposo, descansa contra un resorte puesto en comunicación con la pila, pero al ser atraída cesa el contacto del resorte y se interrumpe la corriente. Entonces la armadura deja de ser atraída y vuelve á su primera posición, pasa nuevamente el fluido, vuelve á ser atraída y estos mismos movimientos se van repitiendo sin cesar en tanto que la corriente es enviada desde la estación contraria, y de aquí resulta una série de choques repetidos y frecuentes contra la campana.

Galvanómetros. — Conviene en las estaciones telegráficas conocer la intensidad y dirección de las corrientes, y para esto se intercala en la línea un galvanómetro cuya aguja marca con su desviación la dirección de la corriente, al mismo tiempo que en un círculo

graduado señala la intensidad en las unidades adoptadas. El aparato puede ser de cualquiera de los modelos descritos en las obras de Física.

Conmutadores.—Sirven estos aparatos para que la corriente que sale del polo positivo de la pila, sea dirigida á voluntad al hilo de línea, al timbre, para rayos, plancha de tierra, etc.

Su disposición puede ser varia, pero el tipo mas sencillo consiste en un soporte vertical puesto en comunicación con la pila, y que en su extremo superior tiene articulada, una lengüeta que puede girar marcando un arco de círculo. En la línea de este hay varios botones metálicos que corresponden á las diferentes partes del telégrafo. Haciendo que la lengüeta móvil se apoye sobre uno de estos botones se consigne que la corriente pasando desde la pila por el intermedio de la lengüeta y boton, llegue al aparato con que este último se comuniquen, y produzca en él su efecto.

Otro modelo, de aplicación muy general es el conmutador de clavijas que en su esencia no consiste mas que en varias planchas metálicas sin comunicación entre sí, y provistas de unas escotaduras. En ellas se introduce una clavija, metálica tambien, que estableciendo el contacto entre dos planchas sirve de intermedio para el paso de la corriente.

Para-rayos.—Son aparatos cuyo objeto es evitar que la electricidad de la atmósfera en épocas de tempestad, llegue á las estaciones telegráficas causando desperfectos en el material ó daños á los empleados.

Son muchos los aparatos inventados con este objeto, y casi todos están fundados en el poder de las puntas y en la desigualdad de tensión de las corrientes regulares de la línea y de la electricidad atmosférica.

Uno de los modelos es el de Breguet. Consiste en dos placas metálicas dentadas, cuyas puntas se hallan enfrente unas de otras; y en un tubo de cristal que en su interior contiene un alambre capilar. Un conmutador une ó separa á voluntad las placas y el tubo.

En circunstancias normales, la corriente que llega de la línea á una de las placas pasa por el conmutador al hilo incluido en el tubo y desde este á los aparatos, sin que la corriente pase á la segunda placa, toda vez que no posee suficiente tensión para escapar por las puntas. Pero cuando el hilo de línea vá cargado con electricidad atmosférica, pasa por las puntas á esta segunda placa puesta en comunicación con el hilo de tierra. Si la tormenta es muy fuerte, este camino puede ser insuficiente, en cuyo caso la electricidad pasa por el hilo incluido dentro del tubo y lo funde, quedando interrumpida toda comunicación.

Otro modelo, el de Siemens, se compone de una plancha de hierro que comunica con la tierra, y sobre esta plancha otra ú otras dos mas pequeñas que no se hallan en contacto con la primera pero sí colocadas lo mas cerca que es posible. Estas piezas metálicas están en comunicación con los hilos de línea y aparatos. Las corrientes voltáicas no tienen la intensidad suficiente para vencer la resistencia que resulta de la distancia de los conductores y placa de tierra; pero en caso de tormenta, la electricidad atmosférica atraviesa este espacio, quedando los aparatos á cubierto de toda avería.

Pueden utilizarse solamente los aparatos de puntas múltiples ó de hilo preservador, pero por lo general se emplean ambos combinados como hemos dicho al describir el modelo Breguet, para que en caso de una fuerte descarga, queden libres los aparatos sin exponerse á que sean fundidos é inutilizados.

XII. *Telegrafia miitar.*—La índole especial de los movimientos de un Ejército y la necesidad de comunicarse entre sí sus diferentes fracciones para recibir con urgencia órdenes, de cuyo rápido cumplimiento depende el éxito de una campaña, son circunstancias que imponen el uso de los telégrafos. Pero esas mismas condiciones en que los ejércitos viven y operan, llevan

consigo la necesidad de dotar á sus unidades de aparatos que se amolden á la movilidad de las operaciones, que simplifiquen los procedimientos de transmisión y que no constituyan un impedimento en casos de marcha.

Por estas razones la telegrafía de campaña se separa algo de la de tiempos normales y estaciones permanentes, si bien las diferencias consisten en modificaciones de aparatos, cables, tendido de líneas, etc., y nunca á teorías que forzosamente han de ser las mismas en que se basa la transmisión de ideas por la electricidad en todos los casos.

Describiremos ligeramente el sistema telegráfico de campaña de nuestro Ejército, deteniéndonos únicamente en las alteraciones introducidas en los aparatos descritos anteriormente.

Aparatos.— El reglamentario en nuestro país es el Morse impresor.

Todas sus diferentes partes (manipulador, receptor, galvanómetro, parlante, para-rayos, conmutador, etcétera) están construidas en tamaño reducido, colocadas sobre un zócalo de madera, por debajo del cual se establece con hilos fijos de cobre las comunicaciones correspondientes, é incluido su total en una caja que cierra

perfectamente y sirve para trasladar el aparato sin temor á que se rompa ningun órgano.

El para-rayos es, ó de puntas con hilo preservador, ó de placas sin contacto; el galvanómetro de aguja vertical, sistema Weasthone y el conmutador de clavijas. Sobre el zócalo se asientan varios tornillos marcados con letras, y á ellos van á pasar los extremos de los hilos que establecen las comunicaciones entre las diferentes partes del aparato. Estos tornillos son cuatro; en el marcado con la letra *L* se empalma ó sujeta el cable ó hilo de línea; en el *T* el de tierra; en el *C* el del polo positivo de la pila y en el *Z*, el negativo.

Las devanaderas que contienen arrollada la cinta de papel están sostenidas sobre dos espigas unidas al aparato por medio de dos charnelas. Cuando la caja-envolvente se cierra, estas espigas se rebaten sobre sí mismas, y las devanaderas se atornillan á la tapa de la caja por su cara interior para que ocupen menor espacio.

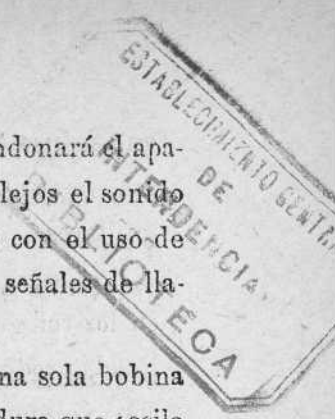
La diferencia mas esencial que se nota entre estos aparatos y los permanentes, es la de que en los de campaña se halla suprimida la campanilla de llamada. Esta supresión que obedece tal vez á la conveniencia de que no se perciban sonidos fuertes que pudieran llamar la atención en algunos casos, y á procurar una atención

por parte del telegrafista que así no abandonará el aparato en la seguridad de percibir desde lejos el sonido de la campanilla, se halla compensada con el uso de los *parlantes* ó *acústicos* que reciben las señales de llamada.

El parlante es un electro-iman de una sola bobina (electro-iman *cojo*) y sobre él una armadura que oscila entre el extremo de la pieza de hierro dulce y un tornillo. Todo el parato vá incluido en una caja que hace sonoros y perceptibles los sonidos producidos al golpear la armadura. La corriente lanzada por la estación contraria atrae dicha armadura y produce un ruido suficiente para avisar al telegrafista, que enseguida contesta estar dispuesto para la recepción del despacho.

Para funcionar con este aparato no hay necesidad de sacarle de la caja en que está contenido, sino que basta abrir esta para que rebatiéndose su cara anterior, la tapa y las dos laterales, quede formada con la primera un pupitre sobre el cual el telegrafista puede escribir el despacho recibido, y permitan las restantes el fácil manejo del manipulador y devanaderas.

Puede suceder que el Ejército se apodere de los telégrafos de las vías férreas y los ponga al servicio de las operaciones; y en este caso como las instalaciones estaban hechas con carácter permanente no cabe mas



que su uso sin modificación ninguna en aparatos que una vez utilizados no siguen la marcha de las unidades militares.

Pilas.—El aparato productor de la corriente tiene en los telégrafos de campaña que adaptarse á la movilidad, producir la intensidad necesaria, no ofrecer mucho volúmen y estar á ser posible desprovisto de líquidos que no se prestan bien al transporte.

El tipo adoptado es el de Leclanché, de aglomerados. El tamaño de la pila es reducido, formándose con los elementos baterías de 12, 20 ó 24 pares. El vaso exterior está reemplazado por otro de ebonita con tapa para evitar que se derrame la disolución de la sal amoniac, y á través de esa tapa sale la barra de zinc y el tornillo unido al carbon que forman los polos negativo y positivo.

Tambien se utiliza la pila de Siemens que tiene las ventajas de no contener ningun líquido y producir una corriente de mucha intensidad. Consta de un trozo de carbon de retorta, un aglomerado de sulfato de mercurio, una esponja, y una lámina de zinc, todo reunido por unas abrazaderas de goma. Para que la pila funcione basta humedecer la esponja con agua clara, vertiendo el exceso que pudiera quedar, pero esta carga debe hacerse con sumo cuidado y limpieza, por ser

muy venenosa la sal de mercurio. Los elementos reunidos lo mismo que los Leclanché por grupos de 12 ó mas pares, forman baterías que se transportan dentro de cajas, en las cuales las pilas se sujetan para evitar su movimiento.

Los circuitos ó longitudes de línea pueden variar segun las instalaciones de los aparatos y necesitar energías mayores ó menores en las corrientes, y con el objeto de aprovechar el efecto de todas ó solamente el de algunas pilas, se usan los *conmutadores de pila*. Son discos de madera provistos de lengüetas metálicas, á cada una de las cuales van á parar los polos positivos de un grupo de pilas. Sobre las lengüetas se apoyan á voluntad resortes que están unidos al hilo de línea. De este modo, si la intensidad de la corriente necesitase ser débil por ser corto el circuito, solo funciona un grupo de cuatro ó seis pilas, pero si la línea es de gran longitud y la corriente necesita mas energía, al grupo anterior se agrega otro ú otros dos valiéndose del conmutador, que de este modo evita pérdida de corrientes innecesarias y empalmes y desempalmes que se prestan á deterioros en los polos.

Conductores.— En la telegrafía militar las líneas pueden ser aéreas, tendidas y subterráneas.

Respecto de las primeras no puede decirse nada

nuevo, pues su tendido y disposición varía muy poco con relación á las estaciones permanentes. Se usan postes de madera ó hierro, aisladores, templadores ó tensores é hilos de cobre ó hierro galvanizado, procurándose por el personal encargado de este servicio que el trazado sea siguiendo la línea mas corta y evitando el pase por las poblaciones y cruce de vías, condiciones todas de órden puramente militar.

El establecimiento de líneas aéreas por sencillo y rápido que sea, requiere mucho material de postes, aisladores, herramientas, etc., un número relativamente crecido de obreros y un tiempo de que á veces no se puede disponer. Por estas razones las líneas aéreas se las sustituye en muchos casos por las tendidas semi-permanentes, en las que se prescinde de postes, tendiendo el conductor sobre el terreno, y se suprimen los aisladores usando cables recubiertos de sustancias malas conductoras.

Estos cables se construyen con un núcleo de cinco ó siete hilos finos de cobre, rodeados por una capa de gutapercha, y otra de algodón y encima un tejido alquitranado. Se arrolla este conductor en grandes carretes y se transportan sobre carretillas. Un obrero vá desarrollando el cable y tendiéndole sobre el terreno evitando el paso por sitios transitados, charcas, etc., y

buscando puntos en los cuales sea mayor la protección. Apesar de esto cuando haya forzosamente que atravesar un camino, se establece un tramo aéreo con el mismo cable ó se abre un surco en el cual se entierra. Para el paso de ríos, cabe ó salvarlos con postes en las orillas ó convertir la línea en sub-fluvial si el cable es muy impermeable y ha de estar poco tiempo sumergido. En el paso de poblaciones se hace seguir el cable á lo largo de muros, edificios, etc., empleando horquillas clavadas en el suelo.

Por último, las líneas subterráneas pueden convenir en algunos casos para evitar el corte de comunicaciones, toda vez que los reconocimientos son difíciles no habiendo signo exterior del tendido, pero el establecimiento es costoso y queda reservado para un congado número de ocasiones. Suelen usarse para este caso cajas de madera, tubos de barro, alcantarillas, etcétera, donde se aloja el cable, de construcción igual ó muy parecida al de las líneas tendidas.

VII

CURTIDOS.

SUMARIO.--Curtido.--II.--Composición de la piel.--III.--Teoría del curtido.--IV.--Materias curtientes.--V.--Pielés.--VI.--Operaciones generales del curtido.--VII.--Cuero gordo-Rendir.--VIII.--Reblandecer.--IX.--Pellar.--X.--Curtir.--XI.--Limpiar.--XII.--Secar.--XIII.--Batir.--XIV.--Cueros blandos.--XV.--Trabajos de rivera.--XVI.--Curtido.--XVII.--D=coloración de los cueros.--XVIII.--Impermeabilización.--XIX.--Operaciones especiales de algunos curtidos.--XX.--Conservación de los cueros.

I. La operación del curtido tiene por objeto transformar las pieles en cueros, es decir, en unos cuerpos imputrescibles y compactos que resultan de la union de la materia curtiente con la sustancia animal, y que poseen la propiedad de permanecer elásticos y flexibles despues de secos, sin convertirse en gelatina por la acción del agua á la temperatura de ebullición.

II. La piel está formada por dos capas super-

puestas; una superficial, la *epidermis*; y la otra mas profunda, la *dermis*. La primera es delgada, transparente y desprovista de vasos y nervios. Se compone de dos membranas; una exterior, al contacto del ambiente, de naturaleza cornea, formada por láminas muertas, destruidas constantemente por el frotamiento y reemplazadas por las células de la capa interior. Esta, que constituye la *red de Malpighi*, se halla formada por células vivientes aplastadas, que sustituyen á las exteriores destruidas. La *dermis* es la capa mas profunda, resistente é importante de la piel. Reune todas las partes organizadas del tejido animal, y su espesor varía con las regiones del cuerpo alcanzando muchos milímetros en los grandes mamíferos. Está constituida por un tejido fibroso de apariencia nacarada con las fibras musculares entrelazadas en todos sentidos, muy rica en vasos sanguíneos y nerviosos, y tiene su cara mas próxima á la epidermis erizada de salientes ó papilas de forma cónica. Á medida que se penetra en su interior, el cruzamiento de las fibras vá siendo menos frecuente y el tejido mas flojo, hasta llegar á su última capa formada del conjuntivo sub-cutáneo, de naturaleza celular; y en el cual se hallan contenidas las grasas y glándulas sudoríficas, cuyos canales secretores atravesando toda la piel, salen al exterior. El pelo es un

producto epidérmico que fijado en el arranque de la epidermis, penetra profundamente en la dermis terminando en un bulbo que encierra materia albuminoide.

La piel bajo el punto de vista químico está compuesta de carbono, hidrógeno, nitrógeno, oxígeno y materias minerales que en pequeñas proporciones están formadas de sílice, sulfato de sal, fosfato de magnesia, cloruros alcalinos y óxidos metálicos. Es insoluble en el alcohol, éter y aceites esenciales, pero los ácidos diluidos y los líquidos alcalinos la transforman en gelatina, aun á la temperatura ordinaria.

Cuando una piel se abandona á sí misma en contacto del agua, adquiere el olor de materia en putrefacción, disminuye en espesor y concluye por quedar destruida totalmente. Esta alteración es debida á microbios septógenos que pululan en el aire y sobre la superficie de los cuerpos que han perdido la fuerza vital; bajo su influencia la piel se vá transformando en gelatina, peptona, leucina, ácidos butírico y margárico, amoniaco, gases de olor fétido, y venenos pútridos (*coridinas*).

Combinando convenientemente las acciones de destrucción del tejido animal, y sobre todo las originadas por los ácidos, álcalis y agua á la temperatura de ebullición, se puede hacer desaparecer la epidermis, el

pelo y el tejido sub-cutáneo, para aislar la dermis ó *corion*, mas resistente. Aislada, constituye una membrana hinchada, semi-transparente, que por la desecación no representa mas que la tercera parte del peso bruto, y que se convierte en una masa dura, cornea, sin elasticidad ni maleabilidad. El curtido tiene precisamente por objeto conservarla flexible despues de desecada haciéndola al mismo tiempo incapaz de sufrir la putrefacción.

III. La teoría del curtido descansa en el hecho siguiente: cuando la dermis aislada se seca, las fibras se unen formando una masa continua sin elasticidad, pero las sustancias curtientes impidiendo esta union hacen que cada fibra conserve su independencian y el cuero desecado tiene entonces una flexibilidad solo comparable á la que tenia húmedo. Una piel colocada en una disolución acuosa de tanino, absorve este principio que penetrando en el tejido por endósmosis, se fija sobre las fibras como las materias colorantes sobre las telas, y aun despues de la desecación no se verifica adherencia entre las fibras. Pueden obtenerse los cueros impidiendo esta adherencia sin necesidad de emplear ninguna sustancia extraña, sino simplemente por procedimientos perfeccionados de desecación, pero el

producto así obtenido es permeable al agua y regenera la piel ordinaria, como le sucede á la dermis desecada cuando sufre la acción de la humedad.

La analogía de las materias curtientes con las colorantes resulta mas completa del hecho de que la absorción de las primeras no se verifica en proporciones definidas y constantes como si se tratara de una combinación química, sino que es en cantidades que varían segun el grado de concentración de las disoluciones y la naturaleza del disolvente. Lo mismo que las sustancias tintóreas se fijan mas ó menos fuertemente en un tejido sobre las fibras textiles, las curtientes producen un cuero que resiste en mayor ó menor grado á la acción de los reactivos. Se ha demostrado que las pieles curtidas por el tanino de las cortezas de roble ó encina resisten la acción del agua cargada de carbonato de sosa, mientras que las preparadas por el tanino de la nuez de agalla, vuelven, por un lavado prolongado en dicha disolución, al estado de pieles sin curtir.

IV. *Materias curtientes.*—*Tanino.*—Se dá el nombre de tanino ó ácido tánico á cierto principio inmediato de reacción ligeramente ácida, soluble en el agua, de sabor astringente, que precipita la albumina, gelatina, álcalis orgánicos y sales metálicas, sobre todo

las de hierro. Este principio tiene la propiedad importante de combinarse con la piel para dar una sustancia imputrescible; el cuero.

La astringencia ó propiedad de determinar una especie de crispación en los tejidos, no es especial del tanino, sino que la poseen tambien cierto número de sales estípticas, como el alumbre, sulfatos de hierro y zinc, acetato de plomo los ácidos sulfúrico y acético diluidos, ácido fénico, óxido de cromo y otros.

Los principios tánicos se hallan muy repartidos en la naturaleza, y aun cuando se habia considerado al reino vegetal como único productor del tanino, se ha descubierto recientemente su existencia en algunos animales (calandra granaria, ephestia kuchniella).

Para su aplicación al curtido se clasifican las diversas especies de tanino por su acción sobre las sales férricas, en tres clases. Los que las coloran en *negro azulado*, como la nuez de agalla, la encina y el zumaque; los que dan color *verde* como el café, thé y quinina; y los que precipitan en *gris verdoso*, como el absinto y árnica.

Como el tanino se halla en un gran número de vegetales, estos son los que se emplean para el curtido en las tanerías, aprovechando la parte en que el principio

curtiente tiene asiento, y que según las especies vegetales puede ser la corteza, hojas, raíces ó fruto.

Se usan como muy estimadas, las cortezas de encina de 6 á 18 años que reúnan las condiciones de tener color blanco al exterior, rojizo al interior, epidermis y liber muy delgados y un sabor fuertemente astringente. Del mismo modo se usan las cortezas de castaño, alcornoque y pino; el zumaque se emplea para el curtido de los tafletes, así como el quercitron, cato y otros cuerpos que contengan ácido tánico en abundancia. Aunque el tanino no es la única sustancia que puede penetrar en la dermis haciéndola imputrescible, téngase en cuenta que el tanino es de resultados mas seguros, porque una piel curtida con esta sustancia no se desdobra nunca en materia curtiente y gelatina, mientras que algunos cueros análogos obtenidos por la acción de las sales minerales, no resisten los lavados ó reacciones que tiendan á la separación. Por esta razon, y por ser de uso mas frecuente en la industria nos referiremos solamente al curtido por el tanino.

Esta sustancia se emplea casi siempre en disolución acuosa, pues los antiguos procedimientos de disponer la piel entre corteza de encina y tratarla luego por el agua no dá muy buenos resultados. Hoy en las fábricas modernas de curtidos se empieza por preparar legías

de diferente grado de concentración, en una série de cubas de grandes dimensiones que reciben los nombres de *fosas ágrias* ó *noques*. La acidez de la disolución justifica el nombre de fosas ágrias. Estas que ordinariamente son cilíndricas y construidas de madera ó albañilería suelen tener unas dimensiones de 4 metros de profundidad por 2'50 de diámetro. Cuando se han de llenar de la disolución tánica, se procura que esta se halle al grado de concentración que convenga para cada clase de curtidos, y como ordinariamente el tanino procede de las cortezas de árboles conviene hacer las disoluciones por infusión de los trozos del vegetal en grandes vasijas cerradas donde al mismo tiempo pueda utilizarse la presión del vapor de agua, aconsejándose el uso del ácido sulfúrico en dosis convenientes para neutralizar las bases minerales del vegetal, que pudieran impurificar la disolución de la materia curtiente. Es muy importante en esta industria conocer la riqueza de las disoluciones, y aunque por desgracia no es fácil llevar á cabo rápidamente operación tan delicada, se hace uso de varios procedimientos encaminados á este fin. Aparte de los que se fundan en el gusto mas ó menos astringente ó en la coloración rojiza de diferente matiz, y que solo proporcionan un dato aproximado, pueden recomendarse el fundado en la absorción

del tanino por un trozo determinado de piel; el de la oxidación del tanino por el permanganato de potasa en presencia del añil; y el uso del tanómetro Ferreil, fundado en la propiedad que tienen las sustancias astringentes de absorber rápidamente el oxígeno del aire en presencia de las disoluciones alcalinas. (*)

Es muy comun suponer que en los curtidos el agua dura es necesaria para los cueros gordos, mientras que los blandos la exigen dulce. Toda agua es buena; lo necesario es modificarla y esto se consigue por medio de reactivos químicos de uso corriente, ó modificar las operaciones del curtido dando una duración mayor ó menor á la estancia de las pieles en los noques.

Otra de las sustancias que se emplean en la industria de los curtidos aunque no con el carácter de curtiembre y antiséptica, es la cal, de gran aplicación para destruir el pelo y dejar las pieles en disposición de recibir el tanino. La cal de que haga uso el curtidor, debe ser de la llamada *grasa*, que forme con el agua una papilla muy homogénea, cualidad importante si las pieles han de ser atacadas por igual. Debe sobre todo procurarse que no contenga óxido de hierro porque

(*) *Apesar de lo dicho en este párrafo, describiremos el procedimiento de disponer las pieles entre capas de corteza, por ser el corriente en nuestro país.*

entonces el cuero obtenido resultaría con manchas, debidas á la formación del tannato de hierro, que harían desmerecer el precio de venta. Por último, la cal se ha de conservar en lugar seco por ser cuerpo muy delieuescente y en locales cerrados para evitar que el acceso del aire forme grandes cantidades de carbonato.

V. Con las pieles se obtienen los siguientes productos. El *cuero gordo* ó *suela* empleada para el calzado y correas; la *vaqueta* ó *cuero blando* para calzado y guarniciones; la piel de *zapa* ó *chagrin* para encuadernaciones y forros; el *cordoban* ó *tafilete* para muebles y libros; el cuero de *Hungria* para arreos militares; la *badana* ó *baldés* para forros y delantales de obreros; las *gamuzas* y *cabritilla* para guantes; y el *pergamino* para parches de tambores y escritos.

Segun la aplicación que hayan de tener los cueros en las muchas variedades que produce el comercio, así se usan las pieles de búfalo, buey, vaca, becerro, caballo, carnero, cabra, cerdo, asno, etc.

El curtido se verifica sobre tres clases de pieles; las frescas, las saladas y las secas, que pueden estar saladas ó no. Las primeras, que desde luego no pueden ser sometidas á las operaciones del curtido, se sujetan á la salazon que puede hacerse en seco ó por medio del

baño. En el primer caso se coloca una piel con el pelo en tierra y se vierten sobre la carne gruesos cristales de sal común, procurando que se cubran bien las partes por donde aun apareciere sangre, y las carnosas que como la cabeza y orejas son muy fáciles de alterar; se dobla enseguida por sus extremidades y se frota ligeramente. Sobre esta piel van colocándose otras que antes hayan sufrido el mismo tratamiento y queda formada una pila que desecada al aire durante algun tiempo facilita pieles saladas y rígidas. La salazon en baño consiste en dejar las pieles durante algun tiempo en agua salada al diez por ciento, y formar con ellas al sacarlas de la disolución un cilindro con el pelo hácia fuera. Se dejan secar al sol, y aun mejor, para evitar fermentaciones producidas por la humedad del suelo, se secan á la sombra y colgadas de perchas.

Cuando las pieles se reciben en las tanerías secas saladas ó secas sin salar, se las coloca sobre caballetes descansando por la parte del pelo, y se las espolvorea con harina de castaño de Indias, que tiene la propiedad de atacar á algunos insectos que destruyen el tejido animal.

VI. *Operaciones generales del curtido.*—Antes de impregnar las pieles de la materia curtiente, se las

debe desembarazar del pelo y de la carne que aun conserve y debe igualmente destruirse el efecto de la salazon, cuyo único objeto era la conservación del tejido. De aquí que las operaciones en las tanerías sean varias antes de entregar los productos á la venta, y la necesidad de estudiarlas por el órden de ejecución.

VII. *Cueros gordos.*—*Rendir.*—Esta operación consiste en una inmersión de la piel en agua estancada ó corriente para que sean arrastradas las sustancias mecánicamente adheridas y preparar otras por el reblandecimiento á ser expulsadas por un pequeño esfuerzo del obrero. El tiempo que esta operación ha de durar, no puede fijarse de una manera terminante, puesto que depende de que las pieles estén secas ó frescas, de la temperatura del ambiente y de que se trabaje en baños estancados ó en corrientes de agua.

VIII. *Reblandecer.*—Las pieles despues de vendidas son colocadas una á una sobre el caballete. Consiste este en un gran trozo de madera, de forma semicilíndrica cuya superficie curva se halle recubierta de una placa de zinc; colócase el aparato con alguna inclinación sobre un pié derecho fijado en una de sus extremidades, pero con una articulación que permite va-

riar la inclinación del caballete. Dispuesta la piel en este por el lado del pelo, el obrero ejerce sobre la carne una presión suficiente para hacer salir el agua en exceso y desprender las gruesas masas carnosas, procurando sobre todo que desaparezca el barniz que forman las grasas, y las arrugas producidas por el endurecimiento de las pieles saladas en seco. Todo el trabajo lo realiza el obrero valiéndose de un cuchillo cuya hoja sin corte tiene una forma adaptable á la superficie curva del caballete, y que se maneja por medio de dos mangos de que está provisto en sus extremidades.

IX. de *Pelar*.—Las anteriores operaciones dejan la piel desprovista de las manchas y sustancias extrañas que pudieran tener adheridas, pero conservando aun todo el pelo y la epidermis. La depilación tiene por objeto hacer desaparecer aquel y destruir esta. A este fin las pieles son sometidas despues de reblandecerlas á una fermentación pútrida que desenvuelve en la masa de sus células una hinchazon cuyo efecto es la ruptura de toda adherencia entre la piel propiamente dicha y los demás cuerpos que tiene agregados. Cuando el tejido animal está abandonado á sí mismo cierto tiempo en una atmósfera confinada, de igual modo que todas las sustancias del mismo origen, sufre un princi-

pio de putrefacción que puede luego detenerse. Segun que esta operación se haga por el método natural ó por el concurso de otros agentes exteriores, se llaman á los procedimientos *naturales*, al *humo* y al *vapor*. El primero consiste en plegar las pieles por el lado del pelo siguiendo la línea dorsal, rebatiendo la cabeza y bordes, y de este modo dispuestas, formar con ellas pilas que se abandonan á sí mismas en cámaras cerradas, hasta que se note facilidad para arrancar el pelo, en cuyo momento termina la operación. La fermentación prolongada altera la constitución química de la piel, pero si es deficiente la expone á ser destruida en el limpiado, y á que este sea muy penoso. El obrero debe seguir paso á paso el fenómeno y suspenderle en el momento oportuno. Su duración aproximada es de un día en verano y de cuatro á cinco en invierno.

El segundo procedimiento, al humo, tiene por objeto favorecer y activar la fermentación por el calor y se reduce á calentar la cámara en que las pieles se hallan almacenadas, por medio de un fuego de cortezas, recubierto de modo que no produzca llamas, y con la precaución de tener la habitación cuidadosamente cerrada. El procedimiento aunque de mejor resultado que el natural, tiene el inconveniente de resultar penoso para el obrero que se halle al cuidado de las pie-

les por la larga estancia en el local lleno de humo. Se ha tratado de reemplazar esta calefacción por medio de las estufas, pero el calor que facilitan es muy seco y no acelera la fermentación.

La calefacción por medio del vapor produce una notable reducción de tiempo. El taller construido de materiales inalterables se halla provisto de surtidores de vapor. Las pieles colgadas sufren la acción de este agente á una temperatura de 20° á 25°, y en estas condiciones, un día es bastante para producir el efecto deseado.

Practicadas estas operaciones, las pieles quedan en disposición de sufrir el *descarnado* y *desbornado*. Para ello, el obrero coloca las pieles sobre el caballete y con una cuchilla cortante y de hoja recta suprime las orejas y partes cartilaginosas no aprovechables. Dobla luego la piel por el lado de la carne, y manejando la cuchilla roma de dos mangos frota fuertemente contra el caballete hasta que consigue hacer desaparecer todo el pelo. Un obrero hábil debe realizar esta operación sin el auxilio de mas instrumentos que el citado y sin poner la mano sobre el cuero. Hay en esta operación partes difíciles de pelar como la cabeza y rodillas, y resulta muy penosa sobre todo en invierno por practicarse al aire libre y ceder el pelo con mas dificultad.

Una vez terminada y sobre el mismo caballete, el obrero descarna la piel separando con el cuchillo de corte afilado las masas carnosas adheridas á la dermis y sobre todo, el tejido subcutáneo blando y grasiento. No puede marcarse el punto hasta donde debe llevarse el descarnado porque depende de la aplicación que luego haya de tener la piel curtida, pero sí se ha de procurar que quede al descubierto el tejido duro y compacto de la dermis, porque sino, cuanto tanino absorva la parte carnosa blanda será empleado en pura pérdida, toda vez que el cuero grasiento no tiene aplicación por su ninguna consistencia.

Tales son las operaciones preliminares á que se someten las pieles antes de ser curtidas al tanino. Quedan reducidas á las de rendir, reblandecer y pelar, originándose como consecuencia de esta las de descarnado y desborrado. Todas ellas se denominan *trabajos de ribera*, nombre apropiado, puesto que por las ventajas que proporciona la proximidad del agua corriente, suelen verificarse á la orilla de los rios. Aunque á primera vista parezcan groseras, estas operaciones son muy delicadas y reclaman mucha práctica é inteligencia por parte del obrero, pues de la bondad en su ejecución depende luego que los cueros tomen el tanino de un modo rápido y completo, obteniéndose curtidos

de calidad muy superior y mas apreciados que los obtenidos descuidando las operaciones preparatorias.

X. *Curtir*.— Cuando las pieles han sufrido todas las operaciones que comprende el trabajo de ribera, se llaman *cueros en tripa*, y es necesario disponerlos de tal modo que hinchándose el tejido quede en disposición de dar paso fácil al tanino. Para esto se colocan las pieles en cubas que contengan una disolución débil de aquella sustancia, removiéndolas cinco ó seis veces al día para que reciban por igual los efectos de la disolución. Este trabajo es muy rápido y mas perfecto cuando se dispone de un depósito provisto de un agitador mecánico. Separadas las pieles se adiciona á la disolución nueva cantidad de tanino é introducidas aquellas nuevamente, permanecen en el baño cuatro ó cinco días, durante los cuales se vá aumentando la cantidad de curtiente y agitando la mezcla de una manera moderada, pues una agitación muy enérgica ó muy prolongada arruga la piel y la *granea*, defecto grave, puesto que el grano formado persiste en las operaciones sucesivas y ni aun alisando el cuero puede desaparecer. Es necesario repartir con mucha igualdad la acción del tanino, porque el menor accidente se traduce en un defecto de color hasta el punto de que una

burbuja de aire aprisionada entre dos pieles impide el contacto del tejido con la disolución y produce una mancha blanca (*viento*).

Después de estos baños pasan las pieles á las cubas de *descanso*, en las que se colocan y permanecen en reposo con una disolución tánica. Las cortezas son en este caso unos depósitos que facilitan poco á poco la sustancia curtiente. Esta se divide en dos porciones; una que vá facilitando el tanino que la piel absorbe; y otra que fermenta produciendo ácidos acético y láctico, que hinchan la materia animal. La operación del reposo se repite hasta cuatro veces durando cada una de quince á dieciseis días.

Si después del reposo de la piel, se dá á esta un corte, se nota en la sección que solo los bordes están coloreados, y que el tanino no ha producido mas que un efecto superficial, pero el tejido ya muy hinchado se halla en condiciones de absorber aquel con facilidad, y para este fin, las pieles son trasladadas á unos depósitos donde se halla una disolución concentrada de tanino que se forma del modo siguiente: Se llena de agua el depósito, y después que en su fondo se ha colocado una capa de casca fina, se coloca una piel por medio de largas varas armadas en ganchos en sus extremos; sobre esta piel se vierte una nueva cantidad de casca y

apoyada en ella otro cuero, repitiéndose la operación de este modo hasta que quede lleno el depósito. Por la gran hinchazon del tejido animal, la absorción es muy rápida, la disolución disminuye y llega un momento en que el líquido desaparece y el depósito queda seco, hasta que contrayéndose las pieles de nuevo, dan salida al exceso de agua y se establece un nivel. Sobre la última se vierte nueva casca que forme un grueso de 20 á 25 centímetros, y los depósitos dispuestos así definitivamente, se resguardan de las variaciones atmosféricas. La estancia de las pieles en estos baños suele durar de cuarenta á cincuenta días. Despues de transcurrido este tiempo, se sacan las pieles y se lavan ó escurren, poniéndolas enseguida en *noques* ó *fosas*, última operación del curtido. Se empieza por disponer en el suelo de las fosas una capa de tanino, de algunos centímetros, sobre ella una piel, nueva casca, otra piel y de este modo hasta llenar el noque, procurando, á fin de mantener horizontal el nivel de la pila, colocar las pieles cruzadas; cuando se halle instalada la última se llena la fosa con corteza fina, y se vierte el agua. Esta operación llamada *primer asiento en noque* tiene una duración de tres á cuatro meses, pasados los cuales se repite con el *segundo asiento*, invertidas las superficies de las pieles y así permanecen cuatro ó cinco

meses. Á medida que vá acercándose el término de la operación de curtir se refuerzan los baños con mayores cantidades de tanino y aun es muy frecuente asentar por tercera vez en noques con disoluciones muy concentradas. En las modernas fábricas de curtidos se nota, como hemos dicho, la tendencia á disminuir el tanino sólido y á aumentar las disoluciones acuosas. Este procedimiento es de indudable conveniencia, porque el tanino no pasa directamente de las cortezas á la piel, sino que es necesario para su asimilación que el agua le sirva de vehículo, y por lo tanto hay una economía muy grande de tiempo con el uso de las disoluciones. El calor activa tambien el curtido, pero es necesario si las legías se emplean calientes que su temperatura no exceda de 35°, pues á otra mayor se corre el peligro de desorganizar la materia animal.

XI. *Limpia*r.—Al salir los cueros de las fosas son sometidos al limpiado, cuyo objeto no es mas que separar de su superficie la parte de tanino sobrante que haya podido quedar adherida. Para esto se les estiende y frota con cepillos de cerda gruesa, ó se les dispone sobre unas tablas horizontales por encima de las que pasa un gran cepillo cilíndrico movido mecánicamente.

XII. *Secado.*—Las pieles curtidas no deben ser nunca sometidas á la desecación en contacto directo de los rayos solares, sino en corrientes de aire. Con este objeto, los cueros se disponen en grandes cámaras ó secadores provistas de un ventilador en su parte alta, calculado de tal manera que deje el paso de una cantidad de aire tres veces mayor que en circunstancias normales, lográndose de este modo que el cuero gordo quede seco en veinticuatro horas.

El aire es mas ávido de humedad, cuanto mas caliente se halle, y de aquí el que muchas veces se aplique en estas condiciones calentándolo al exterior ó dentro de los secadores, utilizando en el primer caso el calor que se desprenda de la máquina motriz del establecimiento, y que luego es tomado por el ventilador; ó haciendo en el segundo, que penetre en la cámara por una série de tubos que la atraviesan y comunican la elevación de temperatura á las capas gaseosas que se hallan en contacto.

XIII. *Batido.*—El batanado de los cueros tiene por objeto aumentar su firmeza y resistencia, apretar unas contra otras las fibras y obtener así un curtido impermeable y de un espesor igual en todas sus partes.

El batido se hacía al principio con mazos de madera que manejaba un obrero, y con los cuales golpeaba la piel dispuesta sobre una tabla mármol ó piedra y algunas veces sobre placas de fundición. El sistema se perfeccionó despues con la aplicación de martillos-pilones, y hoy son ya muchos los aparatos destinados á este objeto.

Uno de ellos se compone esencialmente de un martillo móvil en el sentido de la vertical, y cuyo movimiento es guiado por un anillo que forma cuerpo con las columnas de fundición que sujetan sólidamente el aparato al suelo; de una palanca articulada á un extremo del martillo, y que se mueve merced á una biela y manivela; y de una chapa fija que recibe los golpes. Sobre esta chapa se colocan los cueros que no teniendo igual espesor en toda su superficie, la adquieren por virtud de los golpes que el martillo descarga sobre la parte que á voluntad del obrero vá colocándole bajo la cabeza de aquel.

XIV. *Cueros blandos.*—Los cueros blandos preparados con las pieles de vaca, becerro y caballo, requieren una gran elasticidad para sus aplicaciones á la construcción de cordones, guarniciones, calzado, et-
cétera.

Las operaciones del curtido varían mas ó menos segun las diferentes especies de pieles, por lo cual solo indicaremos aquí la marcha general de fabricación, tomando por ejemplo la piel de becerro, que necesita mayor número de operaciones y mas delicadas.

XV. *Trabajos de ríbera.*—Las pieles de becerro se rinden de igual modo que los cueros gordos, pero la operación se activa colándolas en disoluciones de sulfuro de sódio al 3 por 100, ó de cal al 1 por 100. Igual resultado se obtiene con baños de aguas en descomposición, ricas en materias orgánicas.

El depilado se practica por el procedimiento llamado á la cal.

Pelar.—Para pelar á la cal, se disponen cámaras, cuyo suelo está ligeramente inclinado de los extremos al centro, y en ellas se colocan, siguiendo la longitud de los lados mayores, los *pelambres*, que son unas cubas prismáticas ó cilíndricas empotradas en el suelo por medio de obras de albañilería. Debe procurarse que la temperatura en esas cámaras sea uniforme y evitar el acceso del aire exterior, cuyo ácido carbónico influye desfavorablemente. Los pelambres se dividen en nuevos y débiles. Los primeros tienen en su interior cal á la que se vá agregando agua hasta que se

forme una lechada; estos mismos son débiles cuando llevan algun tiempo de servicio. Dispuestos como queda dicho, se introducen en cada uno de los pelambres débiles veinte ó veinticuatro pieles, agitando previamente la lechada, y despues de doce horas de inmersión se retiran y colocan en pilas durante igual tiempo; pasado este vuelven á introducirse las pieles en los pelambres nuevos hasta que se note el fácil desprendimiento del pelo correspondiente á la cabeza y articulaciones. La cal entonces ha saponificado la materia grasa del bulbo piloso y dilatado la piel por la separación de células y fibras. Esta reacción se activa con la temperatura, tanto que el tiempo de permanencia en las cubas varía con la estación, siendo de cinco á seis días en verano, y de ocho á nueve en invierno.

La operación de pelar por este procedimiento reclama muchas precauciones y entre las mas importantes y de mayor cuidado están las de procurar que la lechada de cal sea homogénea, para que la piel sea atacada por igual; colocar esta bien estendida á fin de que no forme arrugas; evitar las superficies de contacto con la atmósfera para que no haya formación de grandes cantidades de carbonato de cal; y no dar á las pieles una permanencia muy prolongada en las cubas, pues la cal puede destruir la cohesión de las fibras anima-

les, y aun cuando luego el tanino encuentra menos resistencia para penetrar en el tejido, el cuero resultante no tiene consistencia. Nunca debe olvidarse que el objeto de la depilación es facilitar el arranque del pelo, y que la acción de la cal debe reducirse á las superficies de la piel.

Suelen ser de uso frecuente, los agitadores mecánicos que en el interior de los pelambres tienen constantemente en movimiento la lechada de cal; y es tambien muy comun introducir las pieles en las cubas, engan- chando aquellas en dos traviesas móviles en el sentido de la vertical.

Cuando la depilación se ha verificado por la cal, este cuerpo al unirse despues con el tanino, forma un tannato de cal, combinación que al contacto del aire toma un color oscuro, rojo moreno, que hace desmere- cer el precio en venta de los productos. Además la formación de dicho compuesto dificulta mucho el cur- tido propiamente dicho, obteniéndose los llamados cueros *magros* de calidad inferior. Es pues necesario antes de que tomen las pieles la disolución de la mate- ria curtiente, limpiarlas para que desaparezca la cal que pudiera contener. Esta operación del limpiado puede hacerse á mano, por procedimientos mecánicos ó valiéndose del empleo de agentes químicos. El primer

o método consiste en humedecer varias veces la piel, colocarla sobre el caballete y pasar fuertemente el cuchillo romo hasta que el agua salga clara. El procedimiento mecánico se lleva á cabo introduciendo las pieles en un gran tonel, en cuyo interior hay agua, é imprimiéndole un rápido movimiento de rotación sobre su eje. El tratamiento por los agentes químicos no es muy frecuente, pero sin embargo, pueden usarse baños ágricos de ácidos sulfúrico, clorhídrico, oxálico ó tartárico. De todos modos este trabajo requiere mucho cuidado, y mas cuando se emplean los ácidos clorhídrico ó sulfúrico que pueden destruir la piel. El ácido tartárico produce buenos resultados, pero lo elevado de su precio dificulta su empleo en la práctica.

Cualquiera que sea el medio adoptado, el curtidor debe evitar que la piel no desprovista de la cal sufra largas exposiciones al aire, pues el ácido carbónico de la atmósfera determina la formación del carbonato de cal, difícil de eliminar por ser insoluble y que mas tarde al contacto del tanino formará el tannato, cuyos desfavorables efectos hemos apuntado.

Para evitar los inconvenientes de la depilación á la cal, se ha intentado pelar las pieles por medio de la sosa, amoniaco, sulfuro de sódio, sulfhidrato y sulfoar-

senito de cal, sin que ninguno de estos procedimientos tenga grandes ventajas sobre el descrito.

Las operaciones del descarnado y desborrado de los cueros blandos se practica de un modo análogo á las de los cueros gordos.

XVI. *Curtido*.—La preparacion de las pieles para recibir el tanino se verifica de manera distinta á la descrita en los cueros gordos, por la delicadeza de las pieles. Los noques se hallan aquí reemplazados por cubas de madera ó mampostería provistas en su parte superior y en el sentido de su diámetro de molinos de curtir. Este aparato consiste en un eje horizontal que en sus extremos tiene dos discos circulares unidos por aletas. Dispuesto así el aparato, las aletas penetran en el líquido de la cuba una tercera parte de su altura, y el choque determina un movimiento que se transmite á las pieles.

Estas se colocan en una cuba de baño débil donde permanecen por espacio de cuatro horas, y despues de un reposo de diez pasan á la primera cuba; en la cual vá aumentándose la cantidad de tanino á medida que es mayor el tiempo de permanencia. Durante esta primera fase del curtido vá dibujándose y apareciendo el grano propio de estos cueros, pero ha de procurarse

que la operación se haga con lentitud, porque sinó el grano no se desenvuelve gradualmente. Aproximadamente, despues de cuatro horas puede darse por terminada la operación y dejar que las pieles reposen. Vuelven á sumergirse en las mismas cubas, á las que se han adicionado nuevas cantidades de tanino, y continuando del mismo modo durante cinco días, se las deja cuatro en reposo.

Pasan despues á la segunda cuba observando las mismas precauciones y con tiempos aproximadamente iguales á los de la primera, pero con baños mucho mas fuertes; y por último son colocadas en la tercera que contiene una disolución muy concentrada de la materia curtiente.

El total de la duración del curtido es de unos 22 días.

XVII. *Decoloración de los cueros.*—Las pieles curtidas con otros taninos que los procedentes de la corteza tienen colores mas ó menos subidos que se les hace desaparecer por los siguientes procedimientos.

Hipoclorito de aluminio por la propiedad decolorante de este género salino.

Agua oxigenada. Este cuerpo es un gran decolorante siempre que se tenga la precaución de adicionar-

le el 3 por 100 de amoniaco, y someter despues el cuero á la acción de una corriente de aire cuya temperatura no pase de 20°.

Permanganato de potasa. Tratadas las pieles con una disolución al 2 por 100 de esta sal y frotadas con una esponja se decoloran instantáneamente despues de un lavado en agua clara y otro en una disolución de ácido sulfuroso.

De igual manera se emplean como decolorantes el protocloruro de estaño, sulfito de sosa, y clorozono compuesto que se obtiene saturando en frio una solución de sosa cáustica por una corriente de ácido hipocloroso y otra de aire.

XVIII *Impermeabilización de los cueros.*—Es una de las cualidades esenciales de los cueros, pero las materias que se emplean deberán ser incoloras y nunca grasas para no perjudicar de ninguna manera las buenas propiedades y aspecto de los productos.

Los procedimientos que dan mejor resultado son los siguientes:

Baño de jabon. Se dá por encima de la piel una mezcla compuesta de jabon, cola y agua, y despues que la disolución ha penetrado perfectamente al inte-

rior, se repite la operación con una mezcla de alumbre y agua y se deja secar.

Puede tambien hacerse que un cuero sea impermeable por el baño de jabon, tratando las pieles por mezclas formadas de agua, sosa cáustica, sebo, resina, cola y aceite de linaza; y despues que se haya incorporado al tejido animal, se sumerge el cuero en un baño que contenga sulfato de alúmina y acetato de plomo.

Baño de cola impermeable. Se hace una disolución medianamente concentrada de gelatina, á la que se ha añadido aceite de linaza y se hace hervir hasta su completa disolución. Con ella se tratan los cueros y se consigue que queden impermeables.

XIX. *Operaciones especiales de algunos curtidos.*

—Cuando las pieles de cabra y carnero se destinan á la fabricación del *tafilete*, se usa como curtiente el zumaque, con objeto de que el tanino no colorée el tejido y quede este en disposición de recibir un tinte igual, de cuyos matices limpios depende la bondad del *tafilete* en el comercio. Despues de curtido se procede al tinte, empleándose para los colores rojos la cochinilla, el kérnes ó las sales de estaño, para el azul el sulfato de cobre, el negro con acetato de hierro, etc., siendo hoy de mucho uso los colores derivados de la anilina.

Despues de la tintura se frotan los cueros con aceite de linaza y se imprime sobre ellos un grano fino. El *cordoban* es el taflete de mas cuerpo con grano natural.

El *charol* se prepara por los procedimientos generales ya descritos, y despues de curtida y seca la piel se le aplica un barniz en cuya composición entran el betún de Judea, barniz graso al copal, esencia de trementina, aceite de linaza y litargirio. Seca esta mezcla despues de aplicada al curtido, resulta elástica, resistente é impermeable al agua.

Los cueros que deban tener gran flexibilidad por requerirlo así sus aplicaciones á la confección de guantes, forros, delantales, etc., no se curten al tanino, sino que se sujetan al *adobo*, que consiste en impregnarlos, despues de las operaciones de ribera, de una disolución de alumbre y sal comun, que es absorvida por las fibras del mismo modo que el tanino. La operación dura poco tiempo y una vez terminada se blanquean y secan las pieles al sol, y se las recubre de una capa de sebo. Empleando con el curtido al alumbre las pieles de buey, vaca y caballo, se obtiene la variedad llamada *cuero de Hungría* empleada para arneses, y que en el comercio se aprecia por su flexibilidad, consistencia y bajo precio á causa de la facilidad de su preparación.

Las *gamuzas*, obtenidas de las pieles de ciervo, alce, cordero, etc., se curten con aceite de pescado adicionado de ácido fénico. Cuando los tejidos animales han sufrido las operaciones preparatorias, se les bate y frota varias veces con aceite, exponiéndolas despues al aire. Parte del aceite cubre solamente los poros de la piel y otra parte se combina con las fibras, activándose esta combinación en cámaras á las cuales llegue el aire calentado. Cuando despues de algunos días, la oxidación de la materia grasa ha terminado, se separa el exceso de aceite lavando los cueros con una disolución de carbonato de potasa, que forma un jabon líquido, aprovechado como engrase de las correas. Por este método del aceite de pescado pueden curtirse todas las pieles que deban conservar el pelo.

Los *pergaminos* son pieles que no sufren el curtido propiamente dicho. El trabajo del obrero se reduce á colocar los cueros en tripa bien estirados en marcos apropósito, y pasar sobre ellos el cuchillo para perfeccionar el descarnado, destruyendo las desigualdades que hubiese. Recubre despues ambas caras de la piel con cal apagada y la deja secar á la sombra. El producto se emplea para cribas y tambores, y algunas variedades son destinadas para la escritura en cuyo caso se pulen con piedra pomez.

El *chagrín* es un cuero débilmente curtido cuyas asperezas de superficie se obtienen por la presión entre placas con granos.

XX. *Conservación de los cueros.*—Los cueros abandonados en un lugar húmedo, se enmohecen y recubren de vegetaciones parásitas que se evitan vertiendo sobre las pieles una débil disolución de bicloruro de mercurio. Frecuentemente se observa en los almacenes de curtidos la presencia de insectos que producen un gran destrozo en los cueros apilados. Estos animales son, la polilla de las pieles, cuyas larvas devoran el tejido y forman galerías subcutáneas; y la polilla vulpina que vive principalmente en el cuero de guarniciones.

Estos insectos, que son una verdadera plaga de las tanerías y almacenes, suelen ser destruidos con los vapores de sulfuro de carbono, bencina, petróleo y ácido fénico. Es preferible el empleo de estas sustancias á la precaución del bicloruro de mercurio, porque de todos son conocidos los efectos eminentemente venenosos de dicha sal.

VIII

PAPEL.

SUMARIO.--I.--Papel.--II.--Primeras materias.--III.--Fabricación del papel; preparación de la pasta.--IV.--Papel de tina.--V.--Papel mecánico.--VI.--Pastas de otras sustancias.--VII.--Diferentes clases de papel.--VIII.--Ensayos del papel.--IX.--Cartones.

I. En la antigüedad no fué conocida la fabricación de hojas delgadas, ligeras y resistentes, que con el nombre de *papel* aplicamos hoy á la escritura, dibujo y otros usos, sino que en aquellos tiempos se utilizaron sucesivamente con este objeto las piedras, bronce, marfil, pergamino, hojas de ciertos árboles, etc., que no respondían de un modo perfecto á las necesidades de la escritura.

El verdadero papel análogo al hoy usado por nosotros, fué preparado por primera vez en China con diversas fibras vegetales sometidas por presiones energicas al estado de pastas consistentes. Mas tarde, en este mismo país, se utilizó el algodon para la confección de

papel; sucesivamente el lino y cáñamo, y hoy poseemos métodos y procedimientos que transforman la celulosa en láminas apropósito para la escritura y dibujo.

II. *Primeras materias.*—En la fabricación actual del papel se emplean mezclados los trapos de diversas materias vegetales y animales, pero con preferencia los constituidos por lino y cáñamo que dan un producto mas sólido y duradero. Los trapos de algodón producen un papel esponjoso y poco coherente; los de fibras animales dan por lo general papeles de mala clase empleados con poca ventaja, y lo mismo sucede con los de lana, razones por las cuales estas fibras no suelen ser empleadas para la fabricación del papel sino mezcladas con lino y cáñamo con objeto de que los productos tengan alguna de las buenas cualidades de estos cuerpos. Pero es tan grande el consumo actual de papel, que los trapos usados no bastan para las necesidades de la industria, y ha habido necesidad de acudir á otras sustancias tales como las cortezas de árboles, plantas enteras como ortigas y musgo, paja de cereales, hojas de esparto, yute, abacá, etc., etc.

Además de estas materias que constituyen la pasta, se usan otras cuyo objeto es desarrollar en el producto

algunas buenas propiedades de blancura, transparencia, satinado, etc.; y estas materias, que se aplican siempre reducidas á polvo finísimo, son el kaolín, yeso, sulfato de barita, blanco de magnesia y otras.

III. *Fabricación del papel.*—Como tipo de esta industria vamos á ocuparnos de la fabricación del papel de trapos sin adición de ninguna pasta extraña.

Empiézase por preparar la pasta, operación que exige otras sucesivas. Lo primero que se hace es someter los trapos á un batido enérgido en una especie de tarara por la cual circula una fuerte corriente de aire. Después se separan á mano los diferentes trozos según el color y naturaleza de la fibra, porque según cual fuera esta, así variarían los procedimientos de fabricación. Seguidamente los trapos elegidos se cortan en pequeños fragmentos y se separan de ellos los cuerpos duros como botones, corchetes, etc., que no podrían entrar en la fabricación del papel. Se procede á un nuevo lavado con corrientes de aire y queda así terminada la primera serie de las operaciones.

La segunda empieza con un lavado en pilas que contienen legías alcalinas. Las cubas ó pilas empleadas están provistas de cilindros armados de láminas de hierro que agitan constantemente los trapos, rompién-



doles y separando de ellos las sustancias ó cuerpos que aun tengan adheridos. El agua alcalina entra en las pilas por su parte inferior, y saliendo por la superficie arrastra muchos cuerpos y materias disueltas que pasan á un tambor provisto de tela metálica para dar entrada al agua é impedir el paso de los trapos.

Sigue despues un legiado en caliente que termina el limpiado de los trapos. En una gran cuba de fundición ó madera se colocan estos y se les rocía constantemente con agua cargada de cristales de sosa. Algunos fabricantes reemplazan estos aparatos por cilindros de fundición herméticamente cerrados y en cuyo interior se disponen los trapos y la legía. El cilindro gira alrededor de su eje y esta agitación combinada con la elevación de temperatura concluye la limpieza.

Terminadas las anteriores operaciones, se procede al *deshilachado* cuyo objeto es destruir el tejido, y aislar las fibras textiles de tal manera que puedan luego entrelazarse en todos sentidos y formar una hoja resistente. El deshilachado se verifica progresivamente con ayuda de medios mecánicos, despues de haber cortado los trapos limpios en tiras de 5 á 6 centímetros de longitud. Entre las diferentes máquinas empleadas con este objeto están los *molinos de cilindros* ó *pilas deshilachadoras* que se hallan formadas por depósitos ovala-

dos de mampostería, divididos en su interior por medio de un tabique, en uno de cuyos extremos hay un cilindro armado de láminas metálicas. Debajo de este cilindro existe una placa con láminas de hierro que forman con las del cilindro un ángulo muy agudo. En el interior de la cuba se colocan los trapos y se llena de agua, de modo que siendo aquellos arrastrados por esta se ven obligados á pasar entre la placa y el cilindro desgarrándose por la acción de ambos órganos.

La pasta que los hilos forman despues de esta operación contiene un 60 por 100 de agua, y despues de desecada se blanquea por diferentes métodos. Uno de ellos consiste en el uso del cloro gaseoso, ó disolución de cloro, y segun que se emplee una ú otra materia así varían los procedimientos. Para el blanqueo con el cloro gaseoso, se dispone la pasta sobre estantes de madera en una cámara, á la cual llega el gas por un tubo de plomo, pero la operación debe detenerse cuando el agente decolorante sale por el extremo opuesto de la habitación, pues de no hacerlo así la celulosa podría resultar alterada. Cuando se usa el cloro líquido, se emplea el hipoclorito de cal vertido en la pila deshilachadora, y pequeñas cantidades de ácido sulfúrico para descomponer el hipoclorito y dejar el cloro en libertad. Este método no tiene el inconveniente del anterior, de

que el cloro ataque á la fibra, pero hay que tener la precaución de lavar despues la pasta para quitar el exceso de dicho cuerpo. Tambien se consigue esto agregando á la pasta un *anticloro* que puede ser el hiposulfito de sosa, protocloruro de estaño, gas del alumbrado, etc.

La pasta despues de blanqueada queda en disposición de ser transformada en papel, y para conseguirlo se usan dos procedimientos, el del *molde* y el *mecánico*.

IV. *Papel de tina*.—La fabricación del papel de mano ó de tina por medio del molde, se lleva todavía á efecto con la ayuda de aparatos muy simples. La *forma ó molde* es un marco rectangular de madera recubierto por una tela metálica de hilos muy finos de cobre. Sobre este marco colocado horizontalmente se vierte una cantidad de pasta adicionada de agua hasta el extremo de formar una papilla clara. El operario mueve la forma lentamente hasta que la pasta se reparta por igual y tome un espesor uniforme. Durante este tiempo el agua pasa la tela metálica, quedando sobre esta una capa delgada de hilos entrelazados. Despues de algunos momentos se invierte el molde y deja caer una hoja de papel que se coloca sobre un trozo de fieltro. Se repite la operación con igual resultado y se

van apilando las hojas unas sobre otras con el fieltro entre ellas. El peso que ejercen sobre sí mismas determinan un adelgazamiento al mismo tiempo que el fieltro absorbe parte del agua que aun contienen. El secado se completa disponiendo las hojas sobre cuerdas en una habitación mantenida á cierta temperatura, y comprimiéndolas despues.

Las hojas así obtenidas son poco sólidas, absorven la tinta de escribir y no sirven para la impresión tipográfica, empleándose solo para papeles secantes, filtros, etc. Con objeto de que sirvan para la escritura ó impresión se les encola para unir sólidamente las fibras y dar al papel una resistencia grande para la humedad y las acciones capilares. La sustancia empleada con este objeto es la cola ordinaria adicionada con alumbre, cloruro de aluminio ú otras sustancias. Cuando la sustancia glutinosa está preparada, se introducen en ella las hojas de papel, se retiran rápidamente y se ponen á secar en una corriente de aire.

Por último se dá al papel un aspecto agradable prensándole y satinándole entre cilindros de acero.

La fabricación de esta clase de papel es muy costosa y de procedimientos que llevan consigo una gran lentitud en la obtención del producto, pero sin embargo es usado en muchos casos por algunas ventajas que

posee sobre el fabricado mecánicamente. La principal de ellas, y en esto se funda su aplicación á las actas y documentos oficiales de alguna importancia, consiste en no permitir una vez raspado, que la tinta pueda aplicarse sobre él, evitando de este modo las falsificaciones de documentos.

V. *Papel mecánico.*—La fabricación de esta clase de papel es incomparablemente mas rápida que la descrita antes.

Empiézase por encolar la pasta en totalidad con fécula ó una mezcla de resina, sosa y alumbre. Se la coloca despues sobre una tela metálica sin fin y se le imprime á esta un movimiento incesante de trepidación para producir la separación del agua á través de las mallas y dar á la pasta cierta consistencia. Despues se hace que esta pase desde la tela sin fin á dos cilindros recubiertos de fieltro por entre los cuales atraviesa escurriendo el líquido acuoso que aun tuviera y adquiriendo mayor solidez, y por último se arrolla sobre cilindros metálicos calentados interiormente por una corriente de vapor que desecan completamente la hoja continua al mismo tiempo que la pulimentan.

Para formarse idea de la rapidez de estas operaciones, basta decir que son suficientes dos minutos para

que el papel quede completamente concluido desde que la pasta se coloca sobre la tela sin fin. La producción es continua y la hoja de papel, de longitud indefinida. Como complemento de la máquina que realiza estas operaciones, hay otra que vá cortando las hojas en el tamaño que se desee.

VI. *Pastas de otras sustancias.*— Hemos dicho ya que además de los trapos suelen usarse otros cuerpos para la fabricación del papel. Entre ellos están la madera, paja, esparto, palmito, etc., cuerpos que se preparan por procedimientos mecánicos ó químicos. En unos y otros se empieza por reducir las materias á pequeños fragmentos transformándoles en *copos*. Después, si se sigue el procedimiento mecánico, se desfibran los copos disgregándoles en muelas de asperon, y cuando se ha terminado este trabajo se introduce la materia en una série de pilas donde unos cilindros cubiertos de tela metálica absorben la pasta de fuera á dentro y la vierten en unos depósitos que comunican con las pilas.

En el procedimiento químico, el primer tratamiento se hace por medio del agua régia, cuya composición varía en cada caso, según la materia que se haya de tratar, y para hacer el tratamiento se coloca la materia

en cubas de granito, que tengan las uniones tapadas con betún de goma elástica; por la parte inferior de la cuba penetra vapor de agua que mantiene caliente la masa, y á las doce horas se desaloja todo el líquido corrosivo y se introduce agua clara.

Después de estos tratamientos la pasta es sometida á un lavado, legiado, blanqueo, etc., por los mismos métodos y en iguales aparatos que los ya descritos.

VII. *Diferentes clases de papel.*—Entre las muchas variedades de papel que se producen en las fábricas, citaremos las mas conocidas que son las siguientes:

El de *estruza* fabricado con pastas de deshecho sin encolar; el de *envolver*, á medio encolar, hecho con pastas de paja y madera sin blanquear, adicionadas de trapos inservibles de todos colores; el de *filtros*, sin cola, confeccionado con trapos de lino y cáñamo, blanqueados, epurados por el ácido clorhídrico y lavados con agua destilada, dando de este modo una variedad importante conocida con el nombre de papel *Bercelius* constituido por celulosa casi pura; el de *calcar*, de lino y cáñamo no blanqueado y cuya transparencia se debe á una cola natural formada por el ácido péctico y las pectasas interpuestas en las fibras; el de *billetes* hecho

á mano en moldes provistos de relieves ó salientes que producen dibujos en el cuerpo de la hoja; los *afiligranados* obtenidos por los mismos procedimientos que el anterior; el de *China* obtenido con cortezas de bambú; el de *fumar* muy delgado, por lo general sin cola y algunas veces con sustancias interpuestas en su masa, tales como regaliz, tabaco, arroz, etc., para comunicarle cierto sabor ó determinadas propiedades; y otras muchas clases destinadas á un sinnúmero de aplicaciones.

VIII. *Ensayos del papel.*—Muchas veces es necesario reconocer algunas variedades del papel para averiguar la naturaleza de las sustancias que encierra, y si estas son ó no perjudiciales para varios usos, y nosotros diremos someramente cuales son los procedimientos encaminados á este objeto.

La naturaleza de la fibra textil se aprecia al microscopio. Si el papel contiene madera, paja ó esparto, se mojan las hojas con ácido nítrico y aparecerá una coloración oscura, sobre todo en caliente. También puede reconocerse la presencia de estas sustancias por el color amarillo que toman con la anilina y ácido sulfúrico.

La resistencia del papel se aprecia con el aparato de Girard, especie de dinamómetro que permite com-

probar el peso que soporta una tira de papel de dimensiones determinadas.

Para apreciar si un papel es encolado ó no, hacen falta muy pocas lecciones; pues además de conocerse perfectamente por su aspecto y suavidad, basta escribir sobre él y ver si los trazos de tinta son absorbidos y ensanchados. Además como en la sustancia glutinosa entra siempre la fécula, basta tratarla por una débil solución de yodo para que enseguida aparezca el color azul. Si no aparece este color la cola está formada por la gelatina, siempre que la tinta no sea absorbida.

En los papeles empleados para el decorado de las habitaciones, resulta de importancia conocer la naturaleza de la pintura, porque los colores son algunas veces venenosos por efecto de las bases de plomo, cobre ó arsénico. Estas sustancias producen efectos funestos por las emanaciones que desprenden en las habitaciones, y algunas veces por el uso indebido que se hace de estos papeles para envolver objetos de consumo, adorno de dulces, etc. Se reconoce la presencia del plomo y cobre en los papeles pintados por la mancha oscura que aparece con algunas gotas de ácido sulfhídrico disuelto. Si dá este color se sabe que hay alguna de las sustancias dichas, y para determinar cual es se blanquea con ácido nítrico y se vierte yoduro de pota-

sio que dará color amarillo con el plomo, y ferro-cianuro de potasio que con el cobre producirá un color rosa que se transforma en marron. Si con el ácido sulfhídrico dá color amarillo es señal de arsénico.

Los ensayos de los papeles son de mucha importancia cuando en los laboratorios se trata de hacer un análisis médico-legal, pues en este caso las sustancias que contenga el papel filtro pueden influir notablemente en el resultado.

IX. *Cartones.*—El carton no es otra cosa que el papel de gran espesor. Los de calidad superior se fabrican uniendo unas con otras suficiente número de hojas de papel.

Los cartones para la pintura se obtienen por esta union de papeles, que despues de bien adheridos se someten á una fuerte presion entre cilindros. Del mismo modo se obtiene el llamado papel *Bristol*, usado en el dibujo, pintura, fabricación de tarjetas, etc.

Los de calidad inferior se confeccionan de la misma manera que el papel y por iguales métodos, es decir por el molde ó mecánicamente. Por el molde se hacen echando en el marco ó forma una pasta grosera preparada con trapos desechados, papeles viejos, pastas de madera y otras sustancias, y secando despues el

carton entre cilindros calentados. Para la fabricación mecánica se usan iguales máquinas que las del papel.

El *carton-piedra* es una mezcla formada de pasta de papel, arcilla, cemento y gelatina, y su empleo es frecuente para hacer molduras, estátuas, etc.

IX

VIDRIOS.

SUMARIO.--I.--Composición del vidrio: sus diferentes clases.--II.--Propiedades físicas del vidrio.--III.--Propiedades químicas --IV.--Primeras materias.--V.--Fabricación del vidrio; detalles de la confección de vidrios huecos, acanalados, vidrieras, etc.--VI.--Tallado y grabado del vidrio.--VII.--Coloración.--VIII.--Cristal hilado.--IX.--Vidrio afiligranado.--X.--Esmaltes.--XI.--Espejos.

I. El vidrio es un compuesto de sílice, potasa ó sosa, y de cal ú óxido de plomo, que dá por la fusión un cuerpo amorfo, transparente, insoluble en el agua é inatacable por los ácidos, excepción hecha del fluorhídrico.

La composición de las diferentes clases de vidrios es muy variada, pero puede decirse en general que un vidrio resulta de la union de un silicato alcalino fusible (potasa ó sosa) con un silicato terreo ó metálico infusible (de cal, plomo y algunas veces de alúmina, bario, estroncio, zinc, etc.) Esta mezcla dá como re-

sultado una masa difícilmente fusible que pasa por efecto de una elevada temperatura á un estado pastoso muy favorable para trabajarla dándole la forma que se desee. La coloración, grado de fusibilidad, tenacidad y resistencia á los agentes depende de la naturaleza de los silicatos que entran en su composición.

Tomando como base la composición química, los vidrios pueden clasificarse en los grupos siguientes:

1.º *Vidrio de potasio y calcio.*—Se denomina también vidrio de *Bohemia* y *crown-glás*, y es el empleado según la pureza de las primeras materias para hacer vasos, frascos, retortas, matraces, vidrios de óptica, etc. Cuando se fabrica con silicatos puros, es completamente incoloro, duro, ligero, difícil de fundir y con gran fijeza bajo el punto de vista químico.

2.º *Vidrio de sódio y calcio* ó *vidrio de botellas.*—Es más duro que el anterior, pero más fácil de fundir y con menor dificultad para su trabajo. Suele presentar siempre un color verdoso, matiz propio de todos los vidrios de base de sódio. A los silicatos que se usan para su fabricación, acompañan siempre muchas sustancias extrañas, como son el óxido de hierro, manganesa, alúmina, carbon, etc.

3.º *Vidrio de potasio y plomo.*—Este es el compuesto conocido con el nombre de *crystal*. Tiene una

densidad mucho mayor que los precedentes, es fácilmente fusible, blando, sonoro, muy transparente y con un poder refringente muy grande. El *flint-glass* que mezclado con el *crown-glass* se utiliza para la confección de cristales de óptica no es otra cosa que este vidrio mas rico en plomo que el cristal ordinario. Con mayores cantidades de plomo se obtiene el *strass* usado para la imitación de piedras preciosas.

Además de las anteriores existen otras variedades del vidrio, pero de menor importancia industrial. Tales son los *vidrios solubles* de base de potasa, y los *esmaltes*, *vidrios coloreados*, *afiligranados*, etc., que se distinguen de los demás vidrios en la adición de pequeñas cantidades de óxidos metálicos, que les comunican su coloración ú opacidad.

II. *Propiedades físicas del vidrio.*—El vidrio propiamente dicho es un sólido transparente, incoloro ó coloreado, inalterable al aire y por la mayor parte de las sustancias con las cuales se pone en contacto. Tiene una densidad que varía según sus clases, siendo los mas pesados los de base de plomo, y oscilando todos entre 2'40 á 5'60. Los vidrios de base de cal son los mas duros, siendo difícilmente rayados por el acero mientras que el cristal de plomo es rayado con facilidad.

dad. La fragilidad está en razón directa de la dureza, pero esta se disminuye con el temple que comunica al vidrio cierto grado de elasticidad y propiedad que siempre posee estando en láminas muy delgadas.

El vidrio es amorfo. Cuando toma la forma cristalina deja de ser transparente y aumenta notablemente su fragilidad.

Por consecuencia de su estado amorfo, el vidrio no se puede cortar de un modo regular, y en su fractura, siempre limitada por ángulos agudos, se observa la estructura concoidea.

El calor produce sobre el vidrio varios efectos. Cuando se le somete largo tiempo á la acción de una temperatura elevada, y queda el *vidrio devitrificado*, después de perder una parte de alcali para dar un compuesto poco fusible. Cuando un vaso de vidrio es colocado á la acción del calor, el vaso se rompe por efecto de que siendo muy mal conductor del agente hay una conductibilidad muy desigual en las diferentes capas del cristal. Lo mismo sucede cuando se enfría bruscamente, por cuya razón todas las piezas de cristal deben ser recocidas introduciéndolas en hornos donde la temperatura se eleva de un modo gradual para hacer que luego descienda de igual manera.

Estos efectos de enfriamiento rápido del vidrio se

ponen de manifiesto con las *lágrimas batavas* que son unas gotas de cristal terminadas en una punta muy delicada, y que se obtienen dejando caer sobre agua fría el vidrio líquido. Las capas exteriores se solidifican inmediatamente por efecto del enfriamiento, mientras que en el interior queda el vidrio líquido por algun tiempo. Esta lágrima está pues compuesta por la superposición de capas desigualmente templadas y en un estado tal de equilibrio, que cuando se toca la punta afilada, se convierte rápidamente en polvo.

Cuando el enfriamiento se hace en buenas condiciones, el vidrio se *templa* y adquiere una gran solidez. Esta operación del temple es muy delicada por las circunstancias en que debe ser realizada y por ser estas distintas segun la naturaleza del vidrio, pero le comunica una gran solidez y desenvuelve cualidades muy superiores á las del vidrio no templado.

Se realiza la operación en un baño cilindrico sobre el cual están suspendidos muchos hilos de hierro á cuyo extremo se sujetan las piezas que se han de temprar. Estas piezas que anteriormente han sufrido en un horno una temperatura suficiente para enrojecerlas, se introducen en el baño, donde previamente se ha colocado una mezcla de glicerina y grasa á una temperatura próxima á la de ebullición (300°). Dentro ya de

la mezcla grasa, se deja esta enfriar lentamente hasta que llegue á los 40°. Se sacan los vidrios y se sumergen en una disolución concentrada de sosa á 60° que quita la grasa adherida; despues en un baño de agua á 50° y por último, en otro de agua á la temperatura ordinaria.

III. *Propiedades químicas.*—Bajo el punto de vista químico, el vidrio, como hemos dicho, resiste á la acción del aire y de la mayor parte de los agentes, ácidos ó alcalinos. Esta fijeza es precisamente la cualidad mas apreciable en la industria.

Los vidrios de bases de cal y sosa ó potasa se alteran con relativa facilidad por el agua hirviendo porque produce la separación de los dos silicatos precipitando el de cal insoluble. Calentando tubos de vidrio en agua sometida á cierta presión y á 300° de temperatura, el vidrio toma una forma fibrosa, siendo esta acción tanto mas intensa cuanto mas rico es el vidrio en silicato alcalino. Lo mismo se observa á la larga en los vidrios sometidos á la acción del aire húmedo, terminando la alteración por hacer que los cristales ofrezcan los fenómenos de descomposición de la luz lo mismo que las láminas delgadas. Esto se observa, de un

modo notable por la pureza de los colores, en los antiguos vidrios hallados en las escavaciones y tumbas.

La mayor parte de los ácidos tienen sobre el vidrio acciones muy débiles, pero la alteración aunque lenta es sensible, y tanto mas apreciable cuanto mas silicato alcalino contenga el cuerpo. El ácido sulfúrico colocado en una botella de vidrio, produce al cabo de bastante tiempo concrecciones de sulfato de cal, al mismo tiempo que se disuelven la alúmina y el hierro, y se precipita la sílice. Las sales ácidas del vino (bitartrato de potasa) descomponen el vidrio de las botellas, precipitándose la sílice y el tartrato de cal, tomando el vino un sabor de tinta por la disolución de la alúmina y el hierro. De todos modos, estas acciones y las de los líquidos alcalinos son tan lentas que por eso hemos dicho que el vidrio industrialmente considerado es inalterable por los referidos agentes. No sucede lo mismo con el ácido fluorhídrico que descompone rápidamente á todas las variedades.

IV. *Primeras materias.*—En la fabricación de los vidrios se emplean las siguientes:

Sílice.—Constituye del 30 al 80 por 100 del vidrio y en la fabricación de los de primera calidad se debe procurar que esté exenta de hierro. Para los vi-

drios ordinarios en que la coloración no tiene importancia, pueden emplearse arenas impuras que tienen la ventaja de fundirse con facilidad, y esta es la razón de que en el vidrio de botellas se encuentren algunas cantidades de alúmina. Para las variedades de mas precio deben emplearse arenas purificadas.

Potasa.—Suele usarse este cuerpo en estado de carbonato tan puro como sea posible. En Bohemia se emplean las potasas procedentes de las cenizas vegetales.

Sosa.—Este cuerpo se prefiere á la potasa en los vidrios comunes, para los cuales una débil coloración verde no supone mucho defecto, y sobre todo en los que se hayan de colorear artificialmente. Su precio en el comercio es inferior al de la potasa y su capacidad de saturación mayor, en la proporción de 10 á 13 con relación al otro álcali. Se han sustituido los carbonatos de sosa con los sulfatos (sal de Glauber) que ceden el alcalí á menor precio y en bastante cantidad. Para usar este cuerpo se le descompone con el carbon en ácido sulfuroso y el óxido alcalino, procurando que haya un exceso de carbono para precaver la formación del sulfuro que produciría una coloración oscura.

Cal.—Se utilizan los carbonatos ó la cal apagada, pero en ambos casos procurando que no haya hierro.

La cal suele reemplazarse en algunas fábricas con la estronciana natural, la barita, el espató fluor, la criolita ó el aluminato de sosa.

Óxido de plomo.—Ordinariamente se emplea el minio, pero se le funde para que perdiendo parte del oxígeno se transforme en protóxido. El minio adquirido debe estar libre de cobre y estaño que colorearían al vidrio con matices diferentes al ligeramente amarillo que dán las bases de plomo.

Otras sustancias.—Algunas materias intervienen en la fabricación de los vidrios además de las ya mencionadas, y entre ellas está el ácido bórico que aumenta la fusibilidad y comunica al producto una gran transparencia; se le usa en forma de bórax.

El óxido de zinc suele algunas veces reemplazar al óxido de plomo, permitiendo esto obtener vidrios incoloros con bases de sosa.

En los cristales de óptica se agregan pequeñas cantidades de bismuto en estado de óxido ó nitrato.

Y por último se utilizan para el vidrio de botellas algunos silicatos naturales como el feldespato, basalto, escorias de altos hornos, etc., etc.

Materias decolorantes.—Casi nunca se obtienen vidrios incoloros con las mezclas que hemos dicho, así es que se hace necesario agregar algunas sustancias deco-

lorantes que reaccionando por oxidación neutralicen los colores. Las principales materias de esta clase son; el bióxido de manganeso que decolora los vidrios ferruginosos, cuando se agrega en cantidades rigurosamente exactas; el protóxido de níquel y óxido de antimonio que surten los mismos efectos que el anterior; el óxido de zinc para los vidrios de base de sosa; el ácido arsenioso que destruye la coloración producida por el carbono, hierro y bióxido de manganeso, y comunica al vidrio un aspecto brillante; el nitrato potásico que reacciona de igual modo; y el minio en iguales circunstancias.

Materias colorantes.—Las materias empleadas para dar color á los vidrios y para producir los esmaltes son; para los rojos, el óxido de oro y subóxido de cobre; para el azul, el protóxido de cobre y el de cobalto; para el violeta, el bióxido de manganeso; para el verde, el sexquióxido de cromo; para el amarillo, el carbon en polvo, el cloruro de plata y el protóxido de uranio; para el rosa y rojo rubí, una composición especial en que entra el oro; y para el negro, los óxidos de iridio, de platino y mezclas de óxidos de cobalto y manganeso.

V. *Fabricación del vidrio.*—Cualquiera que sea

la naturaleza del producto, por lo general los métodos de fabricación son los mismos, y se empieza su realización, reduciendo á polvo y mezclando las primeras materias en proporciones convenientes, usando procedimientos sencillos ó mas complicados segun la importancia de la industria.

Las materias pulverizadas y mezcladas sufren una primera calcinación con objeto de separar el agua interpuesta mecánicamente, y dar principio á la combinación de las sustancias reunidas. Despues de esta primera calcinación, la masa se introduce en crisoles y se eleva mucho la temperatura para lograr una combinación completa.

Los crisoles usados en esta industria, se construyen con arcillas muy refractarias, capaces de sufrir durante varias semanas, sin deformarse, una temperatura de 1.000 á 1.200°. Tienen formas y dimensiones variables. Si el combustible empleado es la leña, el crisol afecta la forma tronco-cónica y no tienen tapa, pero si se usa el carbon de piedra toman una forma parecida á la de una retorta de fondo plano y cuello muy corto, disposición que tiende á evitar los perjuicios que el humo del combustible produciría en la calidad del vidrio.

Los crisoles se disponen en hornos de fusion. Es-

tos se hallan fabricados con ladrillos refractarios, y tienen un suelo circular ó rectangular en donde la temperatura se eleva hasta el rojo por el calor que desprende un hogar colocado debajo de dicho suelo. En la parte central de este se colocan ocho ó diez crisoles. Correspondiendo con cada crisol hay una abertura en la pared con objeto de añadir carga á medida que se funde la contenida, y para sacar el vidrio que se ha de trabajar. A los costados del horno se construyen otros que reciben el calor procedente del primero, y en estos suplementarios es donde se realiza la primera calcinación de que hemos hablado.

Colocados los crisoles con su carga en el horno central, se eleva y mantiene la temperatura del modo mas uniforme posible, verificándose lentamente la reacción y formándose los silicatos dobles á medida que se funde la masa. El ácido carbónico, sulfuroso, y demás cuerpos que pueden resultar de la descomposición de las primeras materias se desprenden en forma de burbujas, y las sustancias no descompuestas sobrenadan en espumas constituyendo lo que se llama *hiel de vidrio*, que el operario retira de la superficie. Para que la masa de silicatos resulte mas pura se la mantiene durante algun tiempo en un estado de fusion completa con lo cual se logra la separación de las últimas por-

ciones de sustancias extrañas. La operación concluye agregando unos 300 gramos de ácido arsenioso que al caer en el fondo de los crisoles se volatiliza con un desprendimiento de gas que sobre mantener la fusión actúa como decolorante. El total de duración de estas operaciones es de dieciocho horas, y cuando han transcurrido, la temperatura de 1.200° que tiene el horno vá bajando hasta 700 ú 800°, en cuyo caso la masa toma la consistencia pastosa necesaria para el trabajo, que solo podrá realizarse ventajosamente manteniendo de un modo uniforme esta última temperatura.

El trabajo del vidrio varía según el uso á que se destinen los productos y la forma que deben recibir, por cuya razón aquí describiremos los procedimientos más empleados para el trabajo en estado pastoso, en el líquido y en el sólido.

Con la masa en estado pastoso se fabrican vasos, botellas, cristales de vidriera, etc., etc., empleando como aparato principal la *caña de vidriero* que solo consiste en un tubo hueco de hierro, de unos dos metros de longitud, de un diámetro interior de un centímetro, con las extremidades ensanchadas y destinadas, una para tomar la pasta, y otra para adaptar la caña á la boca del operario. Este tubo está en parte recubierto por un mango de madera para evitar que el calor lle-

que á la mano. Otros aparatos ó útiles no tan necesarios y de uso menos continuo son la *platina*, mesa de fundición provista de cavidades semi-esféricas que sirven para redondear, con el auxilio del soplado, la masa suspendida del extremo de la caña; la *rasqueta* destinada á separar el vidrio de la extremidad del aparato; las *tijeras* para cortar el vidrio por la parte que convenga segun el objeto fabricado; y los *moldes* de diferentes formas, y de una ó varias piezas, de madera ó laton para dar á los objetos la forma definitiva.

Si, por ejemplo, se trata de obtener cristales para vidrieras, el obrero, introduciendo el extremo de la caña en un crisol, toma una porción de la masa; sopla ligeramente por el extremo opuesto hasta que estirándose la pasta adquiere la forma de una pera; balancea lentamente la caña para que se alargue la forma hueca; sopla con mas fuerza y concluye por imprimir al aparato un rápido movimiento de rotación describiendo una circunferencia sobre su cabeza y con esto obtiene un cilindro de espesor igual en todas sus partes. Este cilindro se introduce en un lugar ó departamento en que la temperatura se haya elevado, y tapando con el dedo la extremidad libre de la caña se consigue que por efecto de la dilatación del aire contenido en el interior de la forma, se rompa el fondo del cilindro. Luego se

separa este de la caña valiéndose de la rasqueta, se le corta con un hilo de hierro en la dirección de una generatriz y colocándole sobre una mesa de madera se le dá la forma plana con el auxilio de una varilla que le vá desarrollando por ambas extremidades. Despues los vidrios se recortan para hacer desaparecer los bordes desiguales, se les dan las dimensiones necesarias y se someten al recocido de que hemos hablado al principio de este capítulo. Si durante las operaciones de fabricación, el cilindro de hierro se enfriase antes de darle la forma plana, se introduce en hornos apropósito donde hay una temperatura de rojo sombra, que pone la masa en buenas condiciones para el desarrollo.

Cuando se quieren obtener vidrios acanalados no hay mas que soplar el cilindro, antes de desenvolverle, dentro de unos moldes de madera ó fundición que tengan esas acanaladuras. Al solidificarse la masa conserva esta forma durante el resto de los trabajos.

Valiéndose de procedimientos análogos á los descritos y con el auxilio de moldes, tijeras, etc., se construyen otros objetos, tales como vasos, copas, jarrones, y floreros. Para dar una idea de esta fabricación diremos á grandes rasgos el modo de construir una botella. El obrero sopla la caña cargada con la pasta y despues que esta ha recibido la forma cilíndrica alar-

gada la introduce en un molde tambien cilíndrico, de madera, con el diámetro que se desee, y continua soplando hasta que el vidrio está bien adherido á las paredes interiores del molde. Entonces el operario tira de la caña hácia arriba produciendo un pequeño alargamiento que constituye el cuello. Solidificada la masa, se extrae del molde, se recalienta el fondo de la botella y se le comprime contra un vástago que obliga á la pasta á replegarse hácia el interior formando lo que se llama el ladron; y por último se separa la caña, se corta la botella y sobre el cuello se le arrolla una tira de vidrio, que forma el gollete. Pasa despues el producto al recocido y queda la operación concluida.

Los tubos destinados á los usos de laboratorio se fabrican de modo análogo, pero se estiran entre dos cañas, alejándolas rápidamente.

Los grandes cristales para espejos, escaparates, etcétera, requieren superficies muy lisas y se fabrican con vidrios muy finos, formando pastas en estado líquido. Estos vidrios se funden en crisoles de forma paralelepípeda, con una capacidad de 600 á 800 kilogramos de pasta, y colocados en hornos que permitan la fácil entrada y salida del crisol. Cuando la pasta queda afinada por la separación de las espumas, se mantiene la temperatura de un modo constante para que el vidrio

se mantenga fluido, y entonces se van sacando los crisoles que sean necesarios y vertiendo el líquido sobre unas mesas formadas, por una placa muy espesa de cobre ó bronce, perfectamente pulido y en posición rigurosamente horizontal. El espesor y dimensiones que haya de tener el cristal se determinan en estas mesas por medio de regletas metálicas que se colocan encima de la placa formando rectángulos, círculos, óvalos, etc. Una vez vertido el vidrio líquido sobre estas mesas se pasa sobre ellas un rodillo metálico para regularizar el estendido de la masa. El vidrio llena todos los espacios que quedan entre las regletas y al cabo de poco tiempo se solidifica. Cuando se halla en este estado, se separa de los moldes y se procede al recocido en hornos que al principio se hallen á la misma temperatura que la mesa para evitar la ruptura de los cristales con un cambio brusco de calor. Hay que advertir tambien que para que no se produzca una solidificación brusca al echar la masa líquida sobre las mesas, se calientan estas con anticipación á la temperatura conveniente para que la solidificación no empiece hasta que los moldes estén llenos de líquido.

Los cristales que se obtienen por el método descrito son despues pulimentados por una série de operaciones mecánicas. Empiézase por colocar el cristal so-

bre una piedra bien sujeta al suelo y verter encima arena. Sobre esta arena frota una placa de fundición animada de un movimiento de rotación y otro de vaivén, resultando del frotamiento la desaparición de las rugosidades que pudiera presentar la superficie. Se separa la arena, y se pone en su lugar otra mas fina, despues esmeril y repitiendo la placa su acción queda completamente liso el cristal. Despues se *bruñen* frotando uno contra otro los cristales con interposición de esmeril fino; y por último se *jabonan* repitiendo la anterior operación con esmeril extremadamente fino á fin de que desaparezcan las rayas que hayan marcado sobre el vidrio las arenas y el esmeril grueso. De este modo quedan los cristales blancos y mate, y se les dá su transparencia frotándoles con unos cepillos guarnecidos de fieltro impregnado de coleotar en pasta. (*) Con todas estas operaciones, que duran de 4 á 5 días, pierde el cristal próximamente la mitad de su espesor.

En ciertos casos se dá á los objetos su forma definitiva despues de la completa solidificación de la pasta de vidrio. Los cristales de relojes, por ejemplo, se fabrican soplando grandes bolas de vidrio con diámetro y espesor variables, y despues de solidificadas se apli-

(*) *Sesquioxido de hierro.*

can sobre ella tubos enrojecidos que penetran en el vidrio, bastando despues un pequeño choque para separar un cristal del diámetro del tubo.

Los vidrios ó cristales de óptica son los mas difíciles de preparar. Debe empezarse por procurar que las primeras materias sean completamente puras, y por hacer despues las fusiones en hornos con un solo crisol calentado por la hulla, y provistos de un agitador mecánico que tenga á la masa en un constante movimiento. Despues que el fundido se repite dos ó tres veces durante ocho días, se saca el crisol, se deja enfriar y por último se rompe, obteniéndose así una masa de cristal que se corta con auxilio de sierras mecánicas. Los trozos cortados se tallan en máquinas por medio de la arena, siendo el conjunto de estas operaciones muy lento y delicado hasta dar á los productos la forma lenticular.

VI. *Tallado y grabado del vidrio.*—Los objetos de vidrio suelen ser adornados por infinidad de métodos, bien sea por el molde, la talla ó la union de piezas suplementarias. Si se emplean los moldes, la operación es sencilla, pues basta soplar el vidrio pastoso dentro de formas de laton grabadas en sus paredes interiores para que estos dibujos aparezcan marcados en

la superficie del objeto fabricado, con una apariencia mucho mas regular que los tallados á mano. Sin embargo, los objetos de cristal tallados presentan un aspecto y belleza mucho mejores que los vaciados en molde.

El grabado por medio del punzon es algo difícil y se realiza por medio de una aguja movida por un torno. El artista empieza por hacer el dibujo sobre el vidrio por un medio cualquiera, y despues somete el cristal á la acción de la aguja en movimiento, procurando que la punta siga los trazos dibujados. Por este procedimiento están grabados algunos cristales de Bohemia, Italia y Francia, constituyendo verdaderas obras de arte.

Es mas frecuente el grabado que hoy se verifica por medio del esmeril, la arena ó los ácidos.

El grabado al *esmeril*, es el que hasta ahora dá mejores resultados. Sobre el árbol de un pequeño torno de pié se fija un disco de cobre cuyo espesor y diámetro debe estar en relación con el objeto que se trabaja; la circunferencia del disco se recubre de una pasta formada de aceite de oliva y esmeril muy fino, y despues de haber marcado el dibujo sobre el vidrio valiéndose de una mezcla de agua de goma y blanco de cerusa, se imprime al torno un rápido movimiento y se hacen

rozar los trazos del dibujo con el disco de esmeril.

Para grabar á la *arena* se emplea un aparato consistente en un cilindro lleno de arena silíceo muy fina, y provisto de un tubo terminado por un pequeño orificio. Si delante de este se coloca el dibujo del cristal, los granos de arena obrando como pequeños martillos producen choques cuyo resultado es dejar marcados los trazos del dibujo.

El uso del *ácido fluorhídrico* es muy apropiado para el grabado de probetas, campanas, termómetros y otros instrumentos de vidrio cuyas divisiones deben presentar gran exactitud. El ácido líquido descompone por completo la parte de vidrio ó cristal con la que se pone en contacto produciendo una raya ó hueco transparente que hace difícil leer las graduaciones. El ácido gaseoso ejerce una acción menos enérgica y deja un poco de ácido silíceo inatacado, lo cual produce una raya ó mancha blanca que se vé con facilidad, razón por la que se prefiere este método. Cualquiera que sea el estado en que se emplee el ácido, se empieza por recubrir el vidrio de una ligera capa de barniz formado por una mezcla de cera y trementina, y se levanta con un buril este barniz en los sitios en que se quiere que el ácido ejerza su acción. Si se emplea el ácido líquido, se hace un reborde alrededor del dibujo,

y en la cazoleta que se forma se vierte el ácido; pero si se usa este en estado gaseoso, la pieza se pone dentro de una caja de plomo en cuyo fondo se ha colocado fluoruro de calcio y ácido sulfúrico, que reaccionando producen el ácido fluorhídrico ($\text{Ca F}_2 + \text{SO}_3$, $\text{HO} = \text{CaO}$, $\text{SO}_3 + \text{HF}$). Este ácido ejerce su acción sobre el vidrio no resguardado por la capa de barniz y produce los efectos que hemos apuntado anteriormente. Así que el objeto está grabado se le lava con agua que arrastra al ácido, se le frota despues fuertemente y se limpia con alcohol para quitarle el barniz, bajo el cual el vidrio ha permanecido intacto.

Hoy se usa mucho el grabado al ácido fluorhídrico por impresión. El dibujo se prepara sobre piedras litográficas ó placas de acero y se estampa sobre papel con una tinta compuesta de betún judáico, ácido esteárico y trementina. Este papel se expone á los vapores de ácido clorhídrico, se le sumerge en agua tibia y se aplica sobre el vidrio que se trata de grabar. De este modo la tinta se adhiere y el papel se desprende. Entónces se introduce el objeto en ácido fluorhídrico líquido muy diluido que ataca las partes de vidrio no cubiertas con la tinta, dejando los trazos mate.

VII. *Coloración de los vidrios.*—Los vidrios de

colores son de muchas clases. Unos se colorean en masa añadiendo á la pasta de vidrio ordinario en fusion, el óxido metálico ó la sustancia colorante, que se disuelve completamente en el líquido, bastando pequeñas proporciones para producir el efecto. Estas materias colorantes ya hemos dicho cuales son y qué matices producen.

Otras veces, en lugar de dar color al vidrio en masa, se fabrican los objetos con cristal transparente, y despues se les recubre de una capa delgada de vidrio coloreado. Para lograr esto, una vez que el objeto ha sido fabricado con vidrio incoloro se le sumerge rápidamente en un crisol que contenga el cristal adicionado de óxidos de cobalto, oro, manganeso, etc., con lo que se consigue adherir una capa de esta nueva producción.

La fabricación de piedras preciosas falsas, es una de las aplicaciones mas importantes de la coloración de los vidrios. Actualmente se imitan casi todas las piedras preciosas, con tal perfección que su aspecto no denuncia la falsedad, siendo necesario para conocerla acudir á otros caractéres tales como la densidad, dureza, etc. Para esta industria se emplean las materias colorantes siguientes; para el *topacio*, el antimonio y púrpura de Cassio; el *rubi* con peróxido de manganeso;

para la *esmeralda* el óxido de cobre con el de cromo; para el *zafiro* el óxido puro de cobalto; la *amatista* con el peróxido de manganeso, óxido de cobalto y púrpura de Cassio; el *verdemar* con vidrio de antimonio y óxido de cobalto; etc., etc. El ópalo es la única piedra no falsificada.

La pintura sobre el vidrio descansa en los principios siguientes; si se dispone sobre la superficie de un cristal una masa vítrea fácilmente fusible coloreada con óxidos metálicos y reducida á polvo fino, esta masa á una temperatura moderada que no funda la placa de cristal, se liquida y produce sobre el vidrio una pintura muy sólida y de aspecto agradable.

VIII. *Cristal hilado*.—El vidrio es susceptible de hilarse cuando se reblandece por la acción del calor, y de arrollarse en tornos ó devanaderas lo mismo que cualquiera fibra textil. En dicho estado tiene una flexibilidad parecida á la de la seda, y al tocarlo produce un efecto igual al del pelo, pudiendo como este tomar la forma ondulada cuando se le arrolla sobre un hierro caliente. En Sicilia se usa mucho este producto para la confección de pelucas, imitación de pelo de animales, fabricación de corbatas, ropas, etc.

IX. *Vidrio afiligranado.*—Estos vidrios provienen de la reunión de varillas cilíndricas de pequeño diámetro, opacas ó transparentes, incoloras ó coloreadas, que producen con su enlace los efectos mas variados. Se obtienen estas varillas en moldes apropiados y por medio del calor se trabaja con ellas entrelazándolas, y formando vasos, jarrones, adornos, cestillas, etc.

X. *Esmaltes.*—Son vidrios opacos, incoloros ó coloreados, que se aplican por fusión sobre varillas y metales, principalmente sobre el oro y la plata y algunas veces el cobre. La preparación de los esmaltes es la misma que la de los demás vidrios, y solo varía de estos en su composición, en la cual entran diversas sustancias tales como ácido bórico, carbonatos de sosa, minio, ácido estánnico, etc., segun la naturaleza y coloración que haya de tener el producto. Tiene grandes aplicaciones no solo para cubrir porcelanas y metales, sino para el adorno de cristales pintados y obras de arte.

Á los esmaltes se aproximan mucho los *vidrios ópalo* empleados en la construcción de pantallas, termómetros, etc. Se preparan fundiendo vidrio blanco con huesos calcinados que reaccionan por el fosfato de cal. El *vidrio alabastro* es parecido al anterior pero tie-

ne inferior calidad, y se prepara sumergiendo en un crisol con vidrio fundido sin afinar, una masa de cristal tambien sin afinar para que esta se disuelva incompletamente.

El *azabache* artificial está formado por vidrios teñidos en negro por una mezcla de óxido de cobre, cobalto y hierro.

Las perlas macizas son pequeños trozos de vidrio coloreado, que se cortan de largas varillas, y para hacer desaparecer las aristas se introducen en tambores animados de un rápido movimiento de rotación, con lo cual se consigue el objeto deseado, activado además por la acción del calor, y el frotamiento que los cristales sufren con una mezcla de yeso y carbon que tambien se introduce en el tambor. Esta mezcla desempeña además otro papel y es el de evitar que los cristales reblandecidos por el calor se suelden unos con otros.

Las perlas falsas se fabrican soplando á la lámpara tubos de cristal calentados por un extremo. De este modo se obtienen de forma esférica, pero como las verdaderas perlas no suelen afectar esta; los operarios hábiles procuran por diversos procedimientos dar á la perla artificial las irregularidades análogas á las naturales. Terminadas las perlas falsas se colorean en su interior con la esencia de Oriente, sustancia que es

prepara macerando y luego triturando escamas de pescado y mezclándolas despues con cola. Esta esencia se introduce en la perla con ayuda de un tubo de vidrio acabado en una punta afilada. Se colocan despues las perlas en una estufa para que se seque la materia que ha coloreado sus paredes interiores, y se las llena de cera para darles peso.

XI. *Espejos.*—Hay varios procedimientos para transformar las lunas en espejos, es decir, para comunicarles la propiedad de reproducir fielmente las imágenes. El *azogado* es el procedimiento antiguo, y el *plateado* y *platinado* los modernos.

Para el azogado se emplea una mesa de piedra perfectamente equilibrada, con superficie muy lisa y rebordes. Sobre esta mesa se estienden hojas de estaño de buena calidad, sobre las cuales se vierte mercurio que enseguida forma una amalgama. Al poco tiempo se coloca la luna teniendo cuidado de que entre ella y la amalgama no queden burbujas de aire, y sobre el cristal se colocan pesos para que la adherencia sea completa. Al cabo de algunas horas la operación queda concluida, y al levantar la luna escurre el exceso de mercurio que queda detenido por los rebordes de la mesa.

Para platear las lunas, se colocan estas en unas cajas metálicas calentadas por el vapor. Se vierte encima de la luna una disolución de nitrato de plata mezclado con ácido tartárico y amoniaco, y el calor determina al poco tiempo una reacción pasando la plata al estado metálico y adhiriéndose al vidrio. Cuando se ha depositado una capa bastante gruesa, se saca la luna, se lava y seca, y se la recubre de pintura formada de minio y aceite secante para poner la plata al abrigo de las rozaduras y de las emanaciones sulfhídricas.

Para la preparación al platinado se emplea el cloruro de platino puro, que despues de reducido á polvo ténue se deslie en esencia de espliego, y se mezcla con litargirio y borato de plomo que facilita la separación y fusión del metal. La mezcla se aplica por medio de pinceles sobre las lunas, y se deja secar. Despues se introducen las lunas en hornos á propósito y por la influencia del calor, el platino reducido al estado metálico se fija sobre el vidrio. La capa tiene mucha resistencia y se la protege además con un barniz.

Las lunas azogadas son las mas brillantes, pero desgraciadamente su preparación es mal sana por los vapores de mercurio que se esparcen por los talleres. Las plateadas tienen el defecto de ennegrecerse, ape-

sar del barniz, con las emanaciones sulfhídricas de las habitaciones. Los espejos platinados no son tan brillantes como los anteriores.

X

CERAMICA.

SUMARIO.--I.--Objeto de esta industria.--II.--Materias empleadas en alfarería.--III.--Adobes.--IV.--Ladrillos comunes.--V.--Baldosas.--VI.--Tejas árabes.--VII.--Hornado de estos materiales.--VIII.--Materiales prensados.--IX.--Materiales refractarios.--X.--Azulejos.--XI --Otros productos.--XII.--Lozas.--XIII.--Asperon ó grés.--XIV.--Porcelanas.

I. La cerámica es una industria cuyo fin es trabajar las tierras para obtener objetos que despues se endurecen notablemente por la acción del calor.

II. La confección de objetos de alfarería está fundada en la plasticidad de las arcillas, pero como esta sustancia no puede emplearse sola á causa de la contracción que sufre cuando se le somete á la cocción, y á la porosidad que adquiere en estas condiciones, es necesario mezclarla con otras sustancias que le modifiquen esas propiedades y den productos que ni se contraigan ni permitan el paso á los líquidos.

Las materias que evitan la disminución de volúmen se llaman *desgrasantes* y segun los casos se utilizan la *silex*, arenas, cuarzo, feldespatos, sulfatos de barita, cal, *arcilla calcinada*, etc. Las sustancias *barnizantes* que forman una capa impermeable que recubre los objetos cerámicos suelen ser la sal marina, álcalis, ácido bórico, silicato de plomo, óxidos de manganeso, de hierro, de cobre, etc., etc. Combinando de diferentes maneras las materias desgrasantes y barnizantes se obtienen *vajillas* y productos de diversas clases y aspecto, variedad que depende tambien de la naturaleza de las arcillas, cuya composición no es siempre la misma. De aquí se desprende la necesidad de clasificar los productos para facilitar su estudio, que nosotros haremos en dos grupos; productos *porosos* ó de *pasta blanda*, en los cuales se ha introducido un desgrasante que disminuye la contracción pero no la porosidad; y productos *compactos* ó de *pasta dura* en los cuales se ha introducido un fundente que al tiempo de la cocción sufre un principio de fusión y hace desaparecer la porosidad de las arcillas.

En el grupo de pasta blanda están incluidos algunos productos de mucha aplicación, tales como las tierras cocidas, ladrillos, tejas, tubos, crisoles, hornillos, baldosines, tiestos, etc., confeccionadas con pastas te-

rrosas ó arcillo-calcáreas, mas ó menos homogéneas, poco sonoras, opacas, porosas, coloreadas y sin lustre. Tambien pertenecen á este grupo los productos barnizados como las ollas, pucheros, cántaros, etc., formados por alfarería comun, pero dotadas de un lustre opaco; y por último la loza comun fabricada con las mismas tierras y adicionada de barniz estánnico.

En el grupo de pastas duras están incluidos, 1.º las lozas finas, de pasta terrosa, opaca, algo sonora, infusible, sin ser rayada por el acero y con barniz transparente de plomo; 2.º la porcelana dura hecha con pasta blanca de Kaolin, traslúcida, muy fina, sonora, blanca, homogénea y dificilmente fusible; 3.º la porcelana inglesa fabricada con pasta de arcilla, fosfatada y de Kaolin y con barniz de plomo y ácido bórico; 4.º el asperon cerámico ó grés, de pasta coloreada; 5.º la porcelana francesa y 6.º la porcelana de estátuas, sin lustre.

Todas estas variedades se obtienen con pastas cuya composición, como vemos, es diferente segun la clase y proporciones de las materias plásticas. Estas materias son, el *Kaolin* ó silicato de alúmina en sus variedades cuarzoso, arenisco y arcilloso; las *arcillas* de composición análoga al anterior, divididas segun su grado de pureza en plásticas y figulinas, suaves las primeras y

no tan suaves las segundas; las *margas* ó tierras formadas de arcilla, carbonato de cal y arena; y la *magnésita* y el *talco* que son silicatos de magnesia, de color amarillento, untuosos, ligeros é infusibles.

Examinaremos sucesivamente algunas variedades de alfarería.

III. *Adobes*.—Indudablemente fueron los primeros objetos de tierra cocida que el hombre fabricó para sus construcciones, por ser los que menos trabajo exigen y al mismo tiempo los que suponen menos dispendios en su construcción.

Cualquiera tierra vegetal es buena para ellos, y por eso no es extraño que varíe tanto su composición en algunas partes. Por lo comun en nuestro país, se mezcla á la pasta terrosa un tercio de su volúmen de paja menuda, porque sin esta *liga ó trabazon*, la pasta se deformaría por consecuencia de las grietas que se abren al empezar á secarse, careciendo por tanto de la solidez necesaria, que es lo mas importante de su fabricación. Los restos de paja pueden sustituirse con juncos cortados, ramas delgadas, serrin, algas, broza, etc., etc.

Sin mas preparación que el separar por medio de cribas todas las piedras ó materias incapaces de hidratarse, se vierten en un hoyo escavado de antemano y

por capas horizontales alternadas, un tercio de arcilla, otro de tierra y otro de arena, añadiendo al total los restos vegetales para dar cuerpo á la pasta. Si la tierra fuere vegetal, no habría mas que añadir el tercio de paja. Se mezclan íntimamente todas estas partes hasta que por la viscosidad del barro se note que la pasta está en su punto y entonces se deja reposar dos ó tres días para que se mejoren las condiciones del barro.

Preparada la pasta como queda dicho, y despues de allanar bien un trozo de terreno para que sirva de era ó esplanada, se estiende el barro lo mas igualmente posible limitándole con escuadras ó listones que tengan un grueso igual al espesor que se quiera dar á los adobes. Se quitan luego estos listones y se colocan de nuevo á distancias paralelas, y de este modo con los mismos reglones ú otros varios se vá llenando la era de fajas de igual ancho. Cuando estas empiezan á secarse se cortan en pedazos de la longitud que convenga, no recortándose las aristas por no ser regular emplearlos en la construcción de pilares y puntos en que deban quedar aquellas bien aplomadas, siendo aun en estos casos conveniente las irregularidades ó rebabas que dejan prender mejor el enlucido ó enfoscado.

Es tambien muy frecuente, y esto marca un grado

de perfección en el artículo, moldear los adobes en forma de paralelepípedos por medio de marcos de madera que afectan dicha figura.

Una vez secos, si no han de emplearse enseguida ni hay facilidad de ponerlos á cubierto, se apilan, y librándoles de la humedad del suelo y de las lluvias adquieren una gran consistencia resistiendo grandes cargas sin que sobrevenga la rotura ó aplastamiento.

IV. *Ladrillos comunes.*—Las tierras de cultivo de buena calidad ó arcillosas son bastante para fabricar ladrillos comunes si se tiene el esmero de cribarlas con perfección sin dejar piedras, raíces ú otros cuerpos extraños que puedan perjudicar al barro. De igual modo y con resultado excelente suele emplearse el barro ó lé-gamo que arrastran los rios y corrientes en sus avenidas así como el de las charcas ó balsas que se hacen en las hondonadas del terreno en época de lluvias, sin que en la mayor parte de las veces tengan que agregarse otras tierras por depositarse ya en las convenientes proporciones de arcilla, cal y arena, de cuya operación perfectamente acabada sin intervención de la mano del hombre se encargan las mismas aguas torrenciales, removiéndolo y lavando durante su curso las tierras arrancadas del monte.

La variedad de arcillas necesarias para los ladrillos, son las que ya hemos mencionado con los nombres de arcillas comunes, efervescentes ó margas, ocreas y ligeras.

Las tierras que se explotan para estas industrias se presentan unas veces en escavación á cielo abierto y otras en galerías ó socabones. Se encuentran abundantemente en la naturaleza, tanto en los terrenos intermedios como secundarios ó terciarios y aparecen muchas veces entre capas de caliza y entre la sílice ó arena de que forman parte.

En los terrenos en que se practican sondajes para buscar arcillas y se encuentran á gran profundidad, hay necesidad de adoptar algunas precauciones para escavarlas en las galerías, á fin de que resulte económico el arranque.

Lo primero que suele hacerse es abrir un pozo lo mas cerca posible de la vía ó camino por donde se han de conducir, y á partir de él, se abren las galerías de explotación, bien acodaladas con fuertes marcos, y en disposición de que pueda renovarse el aire.

Recogidas las tierras se mezclan en balsas de unos tres metros de lado añadiendo el agua necesaria para que formen pasta, agitándola bien para que se humedezca el polvo con uniformidad, y dejándola despues

en reposo de un día para otro. Cuando se quiere obtener un ladrillo muy fino ó cuando las tierras son muy impuras por contener arenas en exceso, se someten á un lavado ó colado que se efectúa por medio de una série de balsas escalonadas, agitando el barro hecho papilla en la primera, y pasándole despues á las siguientes para que se depositen y separen las impurezas.

Cualquiera que sea el método de preparar la pasta, es indispensable amasarla cuando empieza á solidificarse y antes de emplearla, para que su estructura sea igual y no presente defectos y falta de homogeneidad, pues casi siempre quedan partículas mas duras que no se humedecieron bastante. Esta operación se hace de varios modos, segun los medios de que se dispone, pudiendo ser á mano; extendiéndola en círculos ó muelas y pisándola con los piés de las orillas al centro; por medio de palas y mazos como en los batanes; y cilindrándolas cuando se quiera mas perfección.

Las diferentes clases de ladrillos que hay que fabricar segun las necesidades de las construcciones, ponen al industrial en la necesidad de tener que dirigir la construcción de los moldes y origina la gran variedad de estos.

Los moldes rectos, los mas fáciles de hacer, tienen

ESTABLECIMIENTO CENTRAL

DE
INDEPENDENCIA
BIBLIOTECA

la forma de paralelepípedos, y la caja que los constituye debe tener en este como en todos los demás moldes un exceso de capacidad calculada de modo que den un ladrillo de las dimensiones que se desee aun despues de la retracción ó encogimiento que sufre la tierra al cocerse.

Los ladrillos que se destinan á construcción de arcos y bóvedas, se hacen con moldes arreglados al segmento del rádio correspondiente bien sea rebajado, elíptico ó de medio punto, debiendo tener el molde la forma de cuña cuando han de servir para hornos cilíndrico-verticales cuyas bóvedas son generalmente esféricas mas ó menos achatadas. De igual manera que en estas construcciones, el fabricante debe construir plantillas para ladrillos en dovelas de medio punto, adinteladas, oblicuas, etc.

En las construcciones de ladrillo que deban quedar perfiladas y sin enlucir se necesitan varias molduras, nervios ó salientes que deben hacerse en las fábricas para evitar el tenerlas que recortar en las obras. Estas molduras son tantas en número como las que tienen los cinco órdenes de arquitectura y otras que puede inventar el capricho del constructor, tomando los nombres de talones, golas, revesas, cuartos, boceles, junquillos, etc.

Para el moldeado de los ladrillos es preciso disponer una era bien llana por la cual se esparce una capa de arena que sirve de lecho para recibir el ladrillo y hace al mismo tiempo mas áspera la capa inferior para que agarre al mortero ó argamasa al colocarlos en obra.

Preparada de este modo la era y dividida en fajas ó zonas para que quede el paso suficiente y repartido en pequeños montones el barro en cantidad aproximada de 100 kilogramos cada uno, se tira la primera línea á cordel para empezar el relleno en los moldes. Se coge una porción de barro de 6 á 8 kilogramos y se tira con fuerza sobre el molde acabando por embutir la pasta con los puños para que no quede ninguna oquedad. Se quita el sobrante con una rasera ó plana y se mojan las manos con agua, afinando con ellas las caras superiores de la moldada que contiene dos ladrillos por lo regular. Se saca entónces el molde muy á plomo ó verticalmente para no torcer los ladrillos y se dá un golpe sobre las aristas descentrando ligeramente el molde para aplanar é igualar los rebordes de barro que arrastra al levantarlo.

Para repetir la operación se sumerge y lava de prisa el molde hundiéndole enseguida en una porción de arena fina y ceniza, procediendo del mismo modo hasta concluir la hilada.

Por este sistema se secan los ladrillos al sol en la misma era, pero enseguida que adquiere consistencia suficiente para manejarlos, el obrero los coge, les quita los rebordes y los apila en castilletes que se cubren con tejas para librarles de la lluvia y rocío, ó bien se disponen en estantes cubiertos, operación que se vá haciendo muy corriente en las fábricas modernas.

V. *Baldosas*.—Las baldosas no son mas que unos ladrillos de diferentes formas que los que se emplean para construcciones de tabiques, paredes, bóvedas, etc. Pueden recibir diferentes formas, siendo las mas usuales la cuadrada, exagonal, octogonal y las partes proporcionales de estas figuras.

Los moldes se construyen de madera, como los del ladrillo comun, procurando en ellos la mayor igualdad posible para que encajen unas baldosas con otras en las varias combinaciones de un pavimento.

Las de mayores dimensiones, en especial las cuadradas, suelen grabarse ó estamparse cuando están tier- nas, con una plancha de madera ó metal con relieves ó salientes, para lo cual no se hace mas que hundirla sobre la cara superior antes de sacarla del molde.

Estas baldosas grabadas suelen llevar incrustaciones formadas con una papilla espesa de barro de dife-

rente color, que se vierte sobre los huecos ó hendiduras que dejan las planchas de grabado.

Los colores que por lo general llevan las baldosas, son naturales de las mismas tierras, excepto el negro que se obtiene ahumando el horno con leña verde y tapándolo por la boca y chimenea.

VI. *Tejas árabes.*—Pertenece á la misma fabricación que los ladrillos comunes, practicándose iguales operaciones, excepto el moldeado, siendo curvas ó cilíndricas para que se presten á formar conductos de aguas ó caballetes y cubiertos de tejados.

Su moldeado al aire libre ó á cubierto requiere operaciones diferentes á las descritas, por la necesidad de darle la curvatura propia de esta clase de productos, pero podemos afirmar para no detenernos en detalles que la mayor dificultad consiste en hallar un obrero hábil y práctico en el oficio de tejero, puesto que las dificultades no están en la teoría sino en la destreza del oficio.

Cuando las tejas tienen bastante consistencia, se apabellonan de dos en dos para que se sequen, y después de conseguido esto se colocan en pilas á cubierto ó en círculos circunscritos (muela) alrededor de un pabellon central.

VII. *Hornado de estos materiales.*—El mas ordinario es el que se hace en hornos cuadrados, empleando como combustible la leña de monte bajo, y consiste en ir colocando los ladrillos por capas de canto dejando conductos para el respiro y paso del calor del horno. De forma análoga se colocan las tejas y baldosas.

Los hornos redondos producen una cochura mas igual. La forma del aparato en su planta baja es la de un rectángulo ó paralelógramo cubierto con bóveda cilíndrica y semi-esférica en su extremo. La distribución de los agujeros que dan paso al calor desde el cenicero donde se quema la leña, debe estar calculado para que se reparta el calor lo mejor posible, tapando á voluntad los que convengan.

En los países en que abunda mucho el carbon, se cuecen los ladrillos en grandes montones ó castilletes dispuestos de modo que queden los conductores precisos para empezar la combustión, pero este método es el mas imperfecto por lo desigual que sale el cocido, y porque no se puede emplear la leña.

Cualquiera que sea el sistema del horno, no debe hornarse el material si no está completamente seco, y aun estando en su punto debe empezarse la cochura con mucha lentitud, para que no se violente y agriete la hornada por el brusco cambio de temperatura.

VIII. *Materiales prensados.*—Las crecientes necesidades de la industria y la conveniencia de obtener ladrillos en forma de perfectos paralelepípedos de aristas vivas que permitan dejar los muros sin enlucir y aun combinar vistosos dibujos, han obligado á los mecánicos á estudiar prensas y máquinas que faciliten productos de la naturaleza pedida por la arquitectura.

Todos los barros son buenos para el prensado de los ladrillos, prefiriéndose sin embargo los de tierras plastizas que ya hemos apuntado al tratar de las arcillas.

No entramos en estos apuntes á describir las máquinas que se emplean para obtener el prensado de los materiales; porque son estas tan numerosas y de modelo tan variado que en cada fábrica se observa un tipo distinto. Por otra parte sus órganos son tan sencillos y la maquinaria tan simple que la sola inspección de un modelo es bastante para formarse completa idea de su funcionamiento.

Cálculos bien meditados de mecánica aplicada á las construcciones resolvieron el problema de emplear la menor cantidad de arcilla sin que faltase la debida solidez en la obra, y dieron por resultado la fabricación de los ladrillos huecos prensados, los cuales reúnen además de la solidez la ventaja de no recargar

con peso excesivo las construcciones, resistiendo á la ruptura y á los agentes atmosféricos tanto como los macizos, y siendo menos conductores del calor y de la humedad.

Se presentan en la industria con bastante variedad de formas segun el uso á que se destinan, empleándose casi los mismos procedimientos de prensado que para los macizos, sin mas diferencia que la de los moldes, cuya forma ha de ser apropósito para que queden las celdillas ó intersticios convenientes.

No considerando las tejas mas que como una de las formas del ladrillo, es indudable que la reforma de estos trajo consigo la de las primeras, y de aquí los muchos tipos que se conocen desde que se les aplicó el prensado.

En las construcciones se usan hoy las tejas planas, las semi-cilíndricas, las italianas de forma de trapecio con rebordes en las aristas para formar la canal, las llamadas mecánicas, las de azotea, etc., etc. Todas ellas como destinadas que son á recibir el agua de las lluvias, han de reunir las circunstancias de ser ligeras, duras y resistentes, impermeables para que su porosidad no produzca goteras ni absorva el agua por capilaridad, bien cocidas y de pasta grasa para que los frios, heladas y escarchas no las ataquen y sefolien,

agrietándolas y dando por consiguiente paso al agua.

IX. *Materiales refractarios.*—Además de las varias clases de productos que dejamos enumerados y de otras que no hemos mencionado por ofrecer escaso interés en las industrias del Ejército, existe una clase de materiales importantísima y especial bajo todos conceptos, llamada de ladrillos *refractarios* ó *incombustibles* por resistir á la acción del fuego.

Fácil será el comprender el gran papel que representa en la industria alfarera esta clase de ladrillos sin los cuales sería casi imposible muchas veces la cochura, particularmente en los altos hornos. Se emplean en los fogones de las calderas de vapor, hornos de vidrio, fundición y otros usos.

En la naturaleza no existe ninguna materia completamente refractaria, hablando en absoluto, pues esta propiedad las poseen unas en mayor grado que otras. De aquí se desprende que hay varias clases de ladrillos refractarios segun las mezclas que entren en su composición y segun el modo de prepararlos.

Los materiales refractarios naturales que se conocen son el pedernal, cuarzo ó sílice, alúmina, arcillas plásticas puras cocidas y reducidas á polvo, la plombarina y las cenizas completamente quemadas.

Las arcillas deben contener solo sílice y alúmina en combinación y enteramente limpias de yeso, piritas, hierro y polvos de cal ó carbonato. Generalmente son blancas ó de color gris claro, pero si contienen carbon son negruzcas sin que esto altere sus propiedades refractarias. Apesar de estas condiciones, son atacadas muchas veces por la potasa volatilizada en los hornos calentados con leña, y de aquí la necesidad de mezclar la mayor cantidad posible de polvo de arcilla cocida y de cuarzo muy fino para que forme perfecta union dando menos entrada al fuego.

Elegidas las tierras refractarias, es preciso molerlas ó picarlas despues de secas, valiéndose de rulos ó rodillos parecidos á los que se usan para el molido de la aceituna, ó por medio de máquinas mas perfeccionadas, y una vez que se ha obtenido un barro fino se continuan las operaciones de un modo análogo al descrito para los ladrillos comunes, hornándose en aparatos de cualquier forma siempre que no estén construidos con materiales muy fusibles, porque se requiere para estos productos una temperatura superior á los 300°.

Con materiales idénticos y practicando operaciones iguales á las descritas antes, se construyen tambien los crisoles, retortas y ladrillos huecos refractarios.

X. *Azulejos.*—Estos productos no son otra cosa que las baldosas barnizadas, y para su fabricación se emplean los mismos barro, igual preparación é idéntico moldeado que para las baldosas comunes sin mas diferencia que el bruñido es mas perfecto para que las caras tomen mas homogeneidad y mas lisura. Cuando la baldosa adquiere el grado de sequedad conveniente se recorta por medio de un patron para dejarle los cantos á escuadra y quitarle las aristas salientes á fin de que resulte un cuadrado perfecto.

Si los azulejos deben quedar blancos se sumerge la cara superior en la tina donde se tiene preparado el barniz, y cuando deban pintarse, se procede á pasar sobre esta capa blanca los colores que se deseen valiéndose de un pincel ó una plantilla.

Los barnices blancos se componen de óxido de estaño, óxido de plomo, arena ó cuarzo, sal comun y sosa; los amarillos añadiendo al anterior el amarillo de Nápoles; el verde con protóxido de cobre y esmalte blanco; el violeta con este y peróxido de manganeso; el azul con cobalto; etc., etc.

XI. *Otros productos.*—Comprendidos en el grupo que forman los ladrillos, tejas y baldosas, se pueden incluir otros productos de alfarería tales como los

tubos de conducción de aguas, sifones, conductos de chimeneas, macetas, etc., pero prescindimos de describir las operaciones que comprende su fabricación, toda vez que aparte de su moldeado y vaciado, en esencia no varían de los descritos anteriormente, y además no tienen como estos tantas aplicaciones á nuestros servicios para la construcción de hornos provisionales, barracones, revestimiento de hornos permanentes y otros usos.

XII. *Lozas.*—La pasta de la loza ordinaria se compone de arcilla figulina, margas arcillosa y calcárea y arena. Estos materiales despues de reducidos á polvo fino y tamizado, se lavan para separar las impurezas que contengan; se mezclan y amasan despues y se empieza la fabricación de los objetos valiéndose de moldes ó del torno de alfarero.

La cocción se verifica por medio de dos operaciones distintas que tienen por objeto cocer la pasta y cocer la cubierta. Las dos se realizan en un mismo horno, pero para la segunda se eleva mas la temperatura, hasta llegar al rojo blanco. La pasta de la loza comun es opaca, ligeramente coloreada de amarillo ó rojo, cuyo matiz se disimula con un esmalte estannífero y á veces con pintura á mano ó de molde.

Para las lozas finas se emplean arcillas plásticas blancas y sílice muy fina. La pasta se obtiene muy homogénea amasándola con los piés y dejando pasar algun tiempo antes de confeccionar los objetos para que haya mas adherencia entre los materiales. Fabricados los objetos con molde ó á torno, se verifica una cocción á 100° del pirómetro Wedgwood, y una vez obtenido el bizcocho se le dá el barniz por inmersión ó por rociado. Este barniz que es transparente, está formado de sílice, feldespato, sosa y una pequeña cantidad de óxido de plomo. Todos estos cuerpos se colocan dentro del agua formando una lechada espesa y en ella se sumergen las piezas de vagilla ó bien se las riega con la lechada, resultando de este modo recubiertas de un barniz que no es rayado por el acero ni atacado por los ácidos.

Además del barniz, la loza fina recibe un decorado que consiste en mezclarla con materias colorantes, negras, azules, verdes, etc.; otras veces se las pinta al pincel con óxidos metálicos, y mas ordinariamente se las adorna por medio de estos mismos óxidos que se depositan primero sobre un papel especial y despues se pasan de este al objeto por un procedimiento parecido á la calcomanía.

El defecto principal de la loza fina, es que no puede calentarse mucho sin romperse.

XIII. *Asperon ó grés.*—Este producto se distingue de los anteriores por su dureza, sonoridad é impermeabilidad aunque no esté barnizado.

Los objetos de asperon comun se componen de arcilla plástica sin lavar, desgrasada con arena cuarzosa y algunas veces adicionada con cal para comunicarle cierta fusibilidad. Los objetos se fabrican por medio del torno ó á mano, y su cocción se verifica á una temperatura muy elevada en hornos de tiro oblícuo, donde permanecen por lo menos ocho días. Algunas veces se les barniza para darles un aspecto mas agradable, echando en el horno sal comun.

Los objetos de grés fino difieren esencialmente de los anteriores por su composición y barniz. Su pasta se compone de arcilla plástica purificada, de kaolin y de feldespato, cuya pasta se colorea á veces con óxidos metálicos y cobre con un barniz vítreo de base de plomo. La fabricación de estos objetos es muy esmerada y la cocción lo mismo que la descrita antes.

Entre los productos de esta clase presentados por la industria figuran las bombonas para ácidos, botes

para mantecas, tarros de cerveza y ginebra, crisoles, retortas, etc.

XIV. *Porcelanas*.—Están caracterizadas por una pasta fina, dura y traslúcida, cubierta de un barniz tambien duro y terroso. Los elementos que entran en su composición son el kaolin, el feldespato y la creta blanca.

La preparación de estas materias se hace de la manera mas esmerada posible, lo mismo que el moldeado. Los objetos una vez obtenidos se secan al aire libre, y cuando están bien secos se les introduce en el departamento superior de un horno de varios pisos, donde se transforman en bizcocho y enseguida se les dá por inmersión la cubierta que está formada de *pecmatita* (mezcla de feldespato y cuarzo). Vuelven los objetos al horno donde sufren una temperatura de 140° del pirómetro para que la pasta se reblandezca y la cubierta se vitrifique, y cuando se ha conseguido se apaga el fuego y no se sacan los objetos hasta seis ó siete días despues para que se enfrien con mucha lentitud.

Los colores que se aplican sobre las porcelanas han de reunir varias condiciones, y entre ellas están la de ser fusibles y no alterarse á la temperatura de fusión, adherirse fuertemente á la porcelana, conservar el as-

pecto vítreo despues de la cocción, y ser inatacables por el agua, aceites y gases de la atmósfera.

Las materias empleadas generalmente como colores son los óxidos de cromo, hierro, uranio, manganesc, zinc, cobalto, antimonio, cobre y estaño, los cromatos de plomo, hierro y barita, el cloruro de plata, púrpura de Cassio, etc.

Para fijar estos colores se emplean los *fundentes* que son sustancias que se reblandecen mas fácilmente que los colores y que por lo tanto determinan la adherencia perfecta de estos sobre la masa. Los fundentes principales son la arena, cuarzo, bórax, nitro, carbonatos alcalinos y otros cuerpos.

Una vez dados los colores se fijan sobre la porcelana, colocando los objetos en hornos de mufla, dentro de los cuales se eleva la temperatura con moderación hasta llegar al punto de fusion del barniz, en cuyo caso se conserva el calor cuidadosamente, pues de elevarse mas se deformaría el dibujo.

XI

VINOS.

SUMARIO.--I.--Vino: sus propiedades.--II.--Acción de los agentes físicos y químicos.--III.--Fabricación de los vinos; vendimia.--IV.--Desgranado.--V.--Obtención del mosto.--VI.--Su composición.--VII.--Fermentación.--VIII.--Trasiego.--IX.--Clarificación.--X.--Alteración de los vinos.--XI.--Ensayos de los vinos.--XII.--Vinos espumosos.--XIII.--Composición química de los vinos.

I. El vino es un cuerpo líquido que resulta de la fermentación alcohólica del zumo de las uvas. (*) El vino propiamente dicho se halla constituido esencialmente por agua y alcohol en simple mezcla, es decir, sin combinación química. Aunque contiene otras sustancias, estas forman unas cantidades pequeñas con re-

(*) *Por analogía se dá tambien este nombre en el comercio á ciertas preparaciones hechas con el jugo de otras frutas, pero estos líquidos no pueden realmente llevar el nombre de vinos, si no se les hace seguir de otra palabra, como vino de naranja, de frulas secas, etc.*

lación al peso y volúmen de las principales, y no producen mas que variedades del principio enológico, caracterizadas por su olor ó sabor mas ó menos pronunciado segun las proporciones de las materias predominantes. Son estas, goma, tartratos de potasa y sosa, un resto de glucosa, éteres, sustancias extractivas, albuminoides, colorantes, etc.

Las propiedades físicas del vino son bien conocidas. Puede presentarse blanco ó rojo. El primero, aunque en el comercio se le conoce con ese nombre tiene una coloración mas ó menos amarillenta, y el segundo presenta una gran variedad de matices debidos á la diferente composición de la materia colorante que contiene (enocianina), y que puede ser modificada por la absorción del oxígeno, desaparecer con el tiempo como ocurre con las materias vegetales, y por último, cambiar por efecto de las modificaciones que tienen lugar entre las sustancias que quedan enumeradas.

La densidad del vino depende de la cantidad ó riqueza alcohólica y de la proporción de materias disueltas. El primero la disminuye y tiende á hacerla menor que la del agua, mientras que las segundas obran en sentido contrario. En general, los vinos que no tienen un exceso de azúcar y sales son mas ligeros que el agua, pero su densidad no puede nunca estar en rela-

ción con la calidad, sino que aquella aumenta ó disminuye por razones físicas de cantidad de principios, y no por las químicas de bondad ó mala naturaleza de las sustancias.

Una de las propiedades mas salientes de los vinos es su carácter ácido debido á la existencia de tartratos de bases de potasa, alúmina ó hierro, y á los ácidos libres que mantiene en su composición; y otra de las mas distintivas es el poder enervante que se debe no solo á su riqueza alcohólica sino á los ácidos, éteres, aceites esenciales y demás sustancias.

II. Los agentes físicos, calor, luz y electricidad, influyen sobre los vinos de igual manera que sobre la generalidad de las materias orgánicas, teniendo en cuenta que este cuerpo no es mas que la reunion de principios organizados y sales minerales.

Veamos ahora las principales influencias de los agentes químicos. El oxígeno tiene en general una acción desfavorable, pues reaccionando sobre el alcohol vá formando aldehidos, ácido acético y carbónico en diferentes proporciones hasta concluir por transformarle en agua y compuestos oxiginados del carbono. Este por la propiedad que tiene de absorber los gases puede neutralizar los efectos producidos en un vino

cuando ha disuelto grandes cantidades de ácido carbónico por una larga exposición al aire. El ácido sulfúrico no altera los vinos, sino que por el contrario su calidad queda mejorada por la adición de pequeñas cantidades que avivan el color é impiden la fermentación conservando la limpidez del líquido. Los ácidos vegetales como el tártrico producen un buen efecto y su empleo es muy recomendado en ciertas ocasiones para destruir los efectos de muchas alteraciones. Otros ácidos pueden ejercer sobre el vino acciones particulares debidas no á su influencia como ácidos sino á la de sus elementos oxígeno, azufre, cloro, etc., debiendo citarse entre estos cuerpos al nítrico que en pequeñas dosis cambia el color por la cesión del oxígeno. El ácido tánico comunica al vino un sabor astringente y tiene la propiedad de disminuir su viscosidad, así como el sulfuroso su grado de oxidación.

Los metales expuestos al aire húmedo en presencia de los ácidos se oxidan y combinan formando sales, y dado el carácter ácido del vino, es natural que produzca estos efectos de una manera activa. De ahí el que no deban los vinos conservarse en vasijas de plomo ó cobre, porque al poco tiempo se observa en ellas un depósito que las mas de las veces está formado por tartratos de las bases metálicas citadas.

Los óxidos alcalinos, potasa, sosa, cal, etc., neutralizan los ácidos del vino y se convierten en sales solubles, por cuya razon se usan para mejorar la calidad de los vinos ácidos, pero su empleo debe hacerse en proporciones moderadas, porque en exceso destruyen las sustancias nitrogenadas, originan la formación de amoniaco y dan al tanino una coloración oscura. Cuando sea necesario utilizar estos agentes se procurará que solo se adicione al vino la cantidad precisa para saturar los ácidos libres, pues de otro modo el exceso produce los efectos desfavorables que hemos dicho.

III. *Fabricación de los vinos.*—La primera operación que ha de practicarse para la fabricación de los vinos, es la de la *vendimia* ó recolección de la uva. No es indiferente practicarla en cualquiera época del año, ni es fácil fijar de una manera terminante cual haya de ser, porque dependiendo la bondad de los vinos de su riqueza alcohólica ha de procurarse en cada país que el fruto de la vid haya alcanzado toda su madurez para que contenga la mayor cantidad posible de glucosa, y esto puede apreciarse por el color amarillento del grano y la transparencia de la película. Se ha observado que algunos vinos obtenidos con uvas que no han llegado á su completa madurez, poseen un aroma

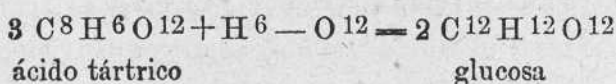
agradable debido á la transformación en éteres de los ácidos que contiene el fruto, pero el hecho no se registra con mucha frecuencia, y aun apareciendo es con perjuicio de la riqueza alcohólica de la bebida. Lo mismo puede decirse de otras en que se emplea el grano pasado y en las cuales se desarrollan los éteres láctico y butírico. Deben elegirse para la vendimia días claros y secos, porque en estas condiciones el agua que el grano tiene en su interior, atraviesa la película, sale al exterior y se evapora sin arrastrar la mas pequeña porción de azúcar, obteniéndose por estas desecaciones espontáneas un mosto muy azucarado que produce grandes cantidades de alcohol, y esto en todo caso viene á ser como ya hemos dicho la cualidad mas principal de los vinos. Hecha la recolección se colocan los racimos en cestas forradas de tela impermeable y se procura no llenarlas demasiado para que el mismo peso del fruto no aplaste los granos y estos, ó fermenten ó comuniquen al mosto un gusto desagradable.

Aunque las operaciones de la vendimia se hubieran hecho con escrupulosidad, procede apartar despues los racimos separando los maduros de los verdes y perdidos, y esta operación se reduce á una simple clasificación hecha á mano.

IV. El escobajo ó materia leñosa de los racimos, es muy rico en ácido tánico y como esta sustancia además de comunicar á los vinos un sabor astringente es de acción fatigosa para el aparato digestivo, se hace necesario antes de obtener el mosto separar este escobajo y de aquí la operación del *desgranado*. Esta operación no debe nunca hacerse en vasijas de metal porque el contacto prolongado del jugo ácido de la uva puede producir, en concurrencia con el aire atmosférico, efectos muy desagradables. Suele practicarse por medio de máquinas cuyos elementos principales son unos cilindros de tela metálica con movimientos encontrados, entre los cuales pasan los racimos aplastándose la uva y separándose las raspas por virtud de dichos movimientos. Si aun se quiere afinar mas esta operación impidiendo la ruptura de las simientes, pueden utilizarse cilindros de goma elástica que permitan el pase de las pepitas ó semillas sin necesidad de triturarlas, porque en último caso el tanino puede ser facilitado por la película de la uva. La experiencia ha demostrado que muchas veces antes de estas operaciones en que ya el jugo se halla en condiciones de fermentar, conviene conservar los granos durante algunos días en cubas donde la sacarificación se complete, produciendo despues las ventajas de que la fermentación

ESTABLECIMIENTO
DE
INTENDENCIA
BIBLIOTECA

se manifiesta mas pronta y regular, los vinos toman mas color, su conservación es mas sencilla, la cantidad de alcohol mayor, y menor el peligro de que se produzca ácido acético. El aumento de glucosa que por este procedimiento se obtiene, toma su fundamento en teoría de las reacciones químicas á que se puede ver sujeto el ácido tártrico. Cualquiera influencia desoxidante engendrada durante la vegetación ó posterior á esta produce un cambio en la forma que expresa la siguiente igualdad:



Por lo tanto, es suficiente que el ácido absorba hidrógeno y pierda oxígeno, para que un compuesto ácido destrogira, se convierta en un compuesto azucarado con igual poder sobre la luz polarizada, aumentando notablemente la sacarificación y los productos que resultan de los cambios de la glucosa.

V. El mosto se obtiene por diferentes procedimientos pero todos ellos tienen su fundamento en la necesidad de aplastar la uva para que los principios orgánicos y minerales de que se compone, se encuentren en condiciones de modificar su composición al

contacto del aire. Si se emplea el antiguo medio del *pisado*, la operación se lleva á cabo en los lagares, que son grandes habitaciones cuyo suelo impermeable se halla inclinado en una dirección ó en varias vertientes. En estos locales se coloca la uva separada de las raspas, y los operarios á pié desnudo ó calzados con zapatos de suela de goma ó tela metálica, pisan los granos de donde se desprende el mosto que corre por virtud de la inclinación del piso á cubas ó recipientes colocados al exterior. Las máquinas que con el mismo objeto suelen usarse hoy, no son mas que modificaciones de las descritas al hablar del desgranado. Sea cual fuere el procedimiento empleado, ha de procurarse que no queden granos enteros y que el pisado ó aplastado sea completo y enérgico para que desgranándose todas las células vegetales se pongan en contacto las partes de que el grano se compone.

Obtenido el mosto de la manera dicha se traslada á las cubas de fermentación, que ordinariamente suelen tener la forma tronco-cónica, de madera ó mampostería, colocándose en sus bocas un enrejado formado por varios listones cruzados para evitar que el resto de escobajo que pudiera el mosto contener no salga al exterior durante el acto de la fermentación. Todas estas cubas ó depósitos se colocan en un local ventilado don-

de haya una temperatura constante y aproximada á los 25°, procurando cuidadosamente que las cubas mencionadas se hallen por igual expuestas á esta influencia, pues de disponer algunas en corrientes violentas de aire y á menor grado de calor que otras, se corre el peligro de que la fermentación no se desenvuelva con igualdad en toda la masa del mosto y se obtenga vino formado en unas cubas, al paso que en otras el fenómeno no se haya realizado, inconveniente que dificulta en gran manera las operaciones sucesivas.

Se ha discutido mucho acerca de la conveniencia de mantener las cubas de fermentación perfectamente cerradas, y la mayor parte de los industriales se manifiestan partidarios de este procedimiento que indudablemente proporciona varias ventajas. Es desde luego mas higiénico, porque cerrando las cubas, el ácido carbónico que se acumula sobre el nivel libre del mosto, no se esparce por la habitación sino que por medio de tubos ó conductos tiene su salida al exterior ó se le utiliza haciéndole penetrar en toneles con carbonato de sosa, sal que poco á poco vá transformándose en bicarbonato, de gran consumo en el comercio. Por otra parte, las cubas cerradas, tienen la ventaja de evitar la pérdida de algunas cantidades de alcohol que el ácido carbónico hace saltar al exterior, cuando las

burbujas de una fermentación tumultuosa estallan sobre la superficie del mosto en depósitos abiertos.

El mosto antes de fermentar tiene una composición que es necesario conocer para darse cuenta de su transformación en vino. Ofrece tres partes sólidas que son las raspas, las simientes y la película; y una líquida, que es el jugo. Las raspas ó escobajo pueden ser consideradas como un depósito de tanino, aun cuando el que suministra deja bastante que desear, atendiendo á las muchísimas variedades de dicha sustancia. Las simientes son muy ricas en ella y al mismo tiempo contienen aceites á los cuales se atribuye la formación de ácidos grasos que transformados en éteres, facilitan el elemento principal del *bouquet* de los vinos. Las películas facilitan algunas cantidades de tanino y una materia colorante azul (encianina) que se enrojece en parte por la acción de los ácidos, y de ahí la diversa coloración de los vinos; esta materia es insoluble en el agua, alcohol, éter, cloroformo, sulfuro de carbono y aceites esenciales, pero se disuelve en el alcohol que tiene ácidos tártrico ó acético, tomando con el primero una coloración azulada y roja con el segundo.

Estas partes sólidas vienen á constituir aproximadamente la tercera parte del mosto dispuesto en las cubas, y á ellas es preciso agregar el parenquima del

grano, formado por el tejido celular, pero su cantidad no es muy considerable.

VI. La parte líquida del mosto, el jugo, es la mas importante y su composición aproximada se detalla en el siguiente cuadro:

	Agua.	860
	Glucosa ó azúcar de uva.	150
	Gomas.	
	Mucílagos.	
	Pectina.	
	Materias grasas.	
	Aceites esenciales.	
	Materias desconocidas, llamadas	
	<i>extractivas.</i>	
<i>Sustancias</i>	Albumina vegetal y principios ni-	
<i>neutras.</i>	trogenados.	
	{ Tartratos } De bases de	
	{ Citratos } Potasa.	
	{ Malatos } Sosa.	
	{ Sulfatos } Cal.	
<i>Sales</i>	{ Nitratos } Magnesia.	30
	{ Fosfatos } Alúmina.	
	{ Silicatos } Hierro.	
	{ Cloruros } Amoniaco.	
	<i>Acidos</i> { Tártrico.	
<i>libres.</i>	{ Cítrico.	
	{ Málico.	

1.040

VII. Vamos á ocuparnos del fenómeno de la fermentación, que una vez verificado produce el cambio del mosto en vino, por consecuencia de las transformaciones que en su esencia y composición química sufren muchas de las materias que figuran anteriormente.

Aun cuando no muy conformes los químicos en apreciar el origen y la causa del fenómeno (*) es sabido que algunas sustancias privadas de la fuerza vital, cuando se abandonan á sí mismas y sufren la acción del aire, humedad y un calor moderado, se descomponen espontáneamente, modificando la agrupación de sus elementos de un modo tal que dan como resultado final de transformación tan importante, los compuestos binarios mas sencillos del reino mineral, agua, amoniaco y ácidos carbónico y sulfhídrico. Las materias capaces de sufrir cambio tan transcendental son las llamadas *putrescibles*, y en su composición suelen entrar gran número de elementos con altos equivalentes, en cuya inestabilidad de combinación se fundan algunos para explicar el fenómeno.

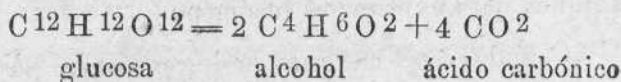
Cuando estas materias se descomponen, poseen la propiedad de comunicar la descomposición á las *fermen-*

(*) Química orgánica.—Fermentación.

tescibles, que no se alterarían en otras condiciones, pero en las que iniciado el cambio de composición, no se puede detener hasta su total transformación, que como en las primeras, termina con las combinaciones binarias mas fijas de la química inorgánica.

Se ha observado que por lo general las materias putrescibles que al descomponerse sirven de *fermento*, son las sulfuro-nitrogenadas, como la albumina; y que las fermentescibles son las ternarias neutras, como el azúcar y compuestos análogos. Como ambos cuerpos entran en la composición del mosto, fácil nos será formar una idea de la fermentación del zumo de uvas, y de los cambios que en él tienen lugar por consecuencia de la generación del alcohol.

Aplastado el grano y desgarrado el tejido celular que mantiene separados los principios inmediatos, se mezclan estos al contacto del aire y se inicia la descomposición de la albumina vegetal que transmite su influencia á la glucosa, desdoblándola en alcohol y ácido carbónico.



Por el producto resultante, la fermentación toma el nombre de alcohólica, y aunque en teoría la glucosa

se cambia exactamente en alcohol y ácido carbónico, en la práctica resultan tambien como productos constantes de este fenómeno, pequeñas cantidades de glicerina y ácido succínico.

Á medida que la fermentación se vá desarrollando se nota un gran desprendimiento de gas carbónico que al salir á la superficie por efecto de su menor densidad con respecto al líquido produce burbujas que se suceden con frecuencia haciendo que en el interior de las cubas se perciba un ruido particular y unos sobresaltos en el nivel, como si el mosto al transformarse en vino se hallase en ebullición. La cantidad considerable de ácido produce un desprendimiento tan continuado que á esta primera fermentación se la denomina *tumultuosa* por impedir el reposo del nivel libre.

El alcohol que se vá formando, á la par que el ácido carbónico, disuelve la materia colorante de la película de la uva, cuando ya se halla cargado de los ácidos orgánicos; y segun el predominio que en la composición del líquido tengan el tártrico ó el acético (resultado de alteraciones del alcohol) así aparecerá el vino con una coloración en que el matiz mas característico sea el azul ó el rojo.

No tiene la fermentación por único objeto la producción del alcohol como consecuencia de la desaparición

ción de la glucosa, sino que una vez generado aquél principio, precipita las gomas y mucílagos que son arrastrados de una parte á otra de la cuba segun sea el desprendimiento de ácido carbónico, y al mismo tiempo disuelve el tanino de la película, semillas y escobajo incorporándolo á la masa vinosa resultante. Cuando el desprendimiento de gas ha cesado, el fenómeno termina y dejando reposar el líquido se observa que tiene un gusto alcohólico, que es menos azucarado que el mosto y que tiene menor densidad. Pero aunque el alcohol se haya formado, no por eso el vino reúne condiciones para el consumo, sino que son precisas nuevas operaciones cuyo objeto es disponerlo para una nueva transformación á fin de que desaparezcan los últimos restos de azúcar y albumina.

VIII. Esta segunda fermentación debe verificarse en nuevos toneles ó cubas y de aquí la operación del *trasiago*. El momento oportuno para hacerlo, es cuando se ha disuelto la materia colorante, el tanino y los aceites de la parte sólida del mosto, pero su determinación ofrece muchos inconvenientás, pues la enocianina puede continuar desarrollando su color al contacto del oxígeno, los aceites no pueden apreciarse de un modo seguro en la disolución, y el tanino solo mues-

tra su presencia por el gusto que comunica al vino sin que su apreciación ofrezca mas garantías que la de la práctica en estas operaciones. Sin embargo, un procedimiento muy simple puede señalar el momento oportuno para el trasiego. Este procedimiento consiste en sujetar á las paredes de la cuba una regla vertical, de madera, y observar todos los días la altura del líquido en este liston graduado. En el momento en que el azúcar se ha destruido y el ácido carbónico no se produce, el volúmen del vino vuelve á ser el verdadero, el nivel baja y en la regla se marca la ocasión de trasvasar el líquido.

Antes de proceder al trasiego deben prepararse convenientemente los toneles ó cubas que hayan de recibir el vino. Se construyen por lo general de madera de encina, porque el tanino que encierra además de ser garantía de conservación favorece las cualidades del vino que disuelve algunas cantidades y mejora el sabor, por ser el ácido tánico del árbol, de mejor clase que el de la uva. Se toma tambien la precaución de azufrar los toneles quemando mechas en su fondo para que el gas sulfuroso impregne los poros de la madera y evite la presencia del aire, con objeto de que el oxígeno no pueda actuar sobre el alcohol originando una alteración considerable en el vino fabricado; con esta

precaución si hubiere un pequeño acceso del gas comburente, el ácido sulfuroso se apoderaría de él formando el sulfúrico, antes de que el oxígeno tuviera tiempo de producir sus perjudiciales efectos sobre las sustancias orgánicas del vino.

El trasiego debe hacerse evitando en lo posible poner el líquido en contacto del ambiente, y para este objeto se hace uso de tubos de goma vulcanizada que ponen en comunicación las cubas de fermentación con las de reposo, y por los cuales vá pasando el vino solicitado por la acción de una bomba. Colocado ya en los toneles, se aclara despues de algun tiempo, y sufre una nueva fermentación llamada *lenta*, produciéndose pequeñas cantidades de alcohol y ácido carbónico por virtud del desdoblamiento de un resto de glucosa. Por otro lado, los diversos elementos del vino empiezan á reaccionar unos sobre otros produciendo cambios cuyas consecuencias se notan en los vinos añejos. El alcohol obra sobre los ácidos formando éteres, cuyo olor y sabor son las causas principales del aroma y del gusto. Estos fenómenos que como se vé, no son debidos sino á causas secundarias de la fermentación, se incluyen agrupados bajo el nombre poco apropiado de fermentación *insensible*. Uno de los efectos que se notan despues del trasiego es la precipitación de las *llas* ó

partes sólidas compuestas de enocianina y tanino, combinado este con parte de albumina modificada por el oxígeno. No es debida esta precipitación al aumento del alcohol, que por el contrario disuelve esos principios, sino á que el aire que se absorbe cuando se desprende el ácido carbónico, cede su oxígeno á la sustancia nitrogenada dándole la propiedad de unirse al tanino, así como á la enocianina la de depositarse insoluble. Otras muchas sales como los tartratos, fosfatos y sulfatos de potasa, cal y magnesia, se incorporan á las lías merced á la insolubilidad que adquieren por el aumento del alcohol.

IX. Rara vez los vinos trasegados se presentan claros; las menores cantidades de lías que se produzcan son bastante para que el líquido se enturbie y adquiere un mal sabor. De aquí la necesidad de la *clarificación*, que puede hacerse por la gelatina, albumina, sangre, leche ó algunas mezclas que contengan una de las sustancias citadas. Su uso está fundado en que todas ellas, como principios proteicos de composición análoga á la albumina pura, poseen la propiedad de coagularse al contacto del tanino y del alcohol, combinándose con el primero y formando una red que por su menor densidad sube á la superficie del vino arras-

trando todos los cuerpos que tenia en suspensión. También pueden emplearse las arcillas que por su insolubilidad arrastran al fondo las impurezas del vino, y clarifican sin los inconvenientes del uso de materias orgánicas.

X. *Alteraciones de los vinos.*—Todo lo dicho anteriormente, ha sido en el supuesto de que los vinos se producen en las mejores condiciones, pero como con frecuencia sucede lo contrario, es preciso conocer sus enfermedades y los medios posibles de corregirlas y prevenir sus efectos.

Cuando el fruto de la vid no ha llegado á su completa madurez por efecto del tiempo poco favorable que impide la sacarificación, los vinos necesariamente han de adquirir el grave defecto de la falta de alcohol y éteres, presentándose sin fuerza ni aroma, y aun en muchos casos con el gusto desagradable que le comunican los ácidos de un jugo no sazonado. Por otra parte la pobreza alcohólica vá acompañada de una riqueza de materias nitrogenadas propicias á descomponerse y aumentar la debilidad de la bebida. El medio de hacer desaparecer tan grave inconveniente es bien sencillo; basta añadir al mosto la cantidad de azúcar necesaria para que con la natural que contenía, produzca alco-

hol en las proporciones que se desprende de un fruto maduro. En general la disminución de la glucosa en la uva no sazonada, no suele nunca llegar á la mitad de la que contiene en buenas condiciones, y sabido este dato basta añadir la necesaria para el desarrollo de los litros de alcohol que resultan de defecto en hectólitro de mosto. No debe nunca confundirse el azúcar comun con la glucosa. Por los conocimientos de química debemos saber las diferencias que existen entre los varios principios azucarados y la necesidad de intervertir algunos para que sufran la fermentación alcohólica.

Puede corregirse este mismo defecto en los vinos, suprimiendo la adición de glucosa é incorporando el alcohol ya formado; pero procurando en este caso, que sea procedente de la destilación de otros vinos, pues el obtenido de granos, patatas, remolacha, etc., contiene sustancias extrañas incorporadas al alcohol por efecto de su volatilidad, y pueden comunicar al vino malas propiedades.

Al quemar en los toneles de trasiego las mechas azufradas, parte de ácido sulfuroso se disuelve en el vino y le comunica un sabor desagradable, aumentado con el del sulfuro de carbono que resulta de la combinación del azufre con la ^{cha} ~~men~~ ^{za} carbonizada. Además

el gas sulfuroso al cabo de cierto tiempo absorbe el oxígeno del aire, se transforma en sulfúrico, pone en libertad al tártrico para combinarse con las bases, y el vino con su desaparición queda en condiciones muy favorables para sufrir nuevas fermentaciones de efectos perjudiciales. Semejantes inconvenientes no tienen hasta hoy un remedio eficaz y aunque se ha aconsejado quemar en lugar de azufre, sulfitos alcalinos alcohol y óxidos de manganeso, no puede decirse que han dado resultados halagüeños. El mejor procedimiento es hacer el azufrado moderadamente y evitar á toda costa el acceso del aire.

Los vinos pueden presentar como defecto, ó un color exagerado ó una débil coloración. En el primer caso se mezclan con vinos viejos, muy *pálidos*, ó se les somete á la acción decolorante del negro animal puro. En el segundo se les adiciona vinos muy coloreados como los del Mediodía de Francia. Cuando para corregir este defecto se emplean tintes, el hecho reviste los caracteres de una sofisticación con perjuicio de la salud, pero afortunadamente los procedimientos químicos permiten reconocer la naturaleza de la materia colorante y dan los medios para castigar el fraude. Durante la fermentación, el color de los vinos puede desenvolverse con abundancia poniendo en contacto durante

mucho tiempo la película con el jugo líquido del mosto, pero es necesario en este caso que la fermentación se prolongue destruyendo la actividad del fermento y por la adición de yeso se consigue este objeto, porque apoderándose de parte del agua, aumenta proporcionalmente el alcohol cuya acción paraliza la de la albúmina. El enyesado de los vinos es muy antiguo, pero hoy está reprobado porque el líquido alcohólico está llamado á mezclarse en el interior del organismo con gran número de alimentos sobre los que el yeso produce cambios muy desfavorables.

El vino sufre una enfermedad llamada *ahilamento* ó *grasa*, debida á la formación de una sustancia nitrogenada, la *glaidina*, que produce en los vinos unos filamentos que se extienden sobre su superficie, y modifican su fluidez, haciéndole viscoso. Se recomienda para neutralizar los efectos de dicha sustancia la adición de tanino, pero esta enfermedad trae consigo un defecto tan grave como el *enturbiamiento* de los vinos, pues siempre que una materia floconosa se cambia brusca-mente en insoluble, dá al vino, cuando se separa, un aspecto lechoso, blanco si el precipitado es considerable, y azulado si no es muy abundante. Se pueden corregir estos defectos añadiendo ácido tártrico ó cambiando al vino de tonel y colocándole en otro azufrado

que detenga la fermentación. En ambos casos se clarifica.

Los vinos muy acuosos, sufren todavía aun después de estas precauciones la enfermedad conocida con el nombre de *flores ó moho* que origina los vinos *picados*, y se manifiesta porque el fermento queda disuelto en el agua y actúa sobre los componentes del vino hasta su completa transformación en agua y ácido carbónico. Se usan para contrarrestar tan malos efectos las adiciones de alcohol ó tartratos. También esta enfermedad toma su origen en el empleo de uvas podridas ó en la excesiva cantidad de oxígeno que obra sobre el líquido, razón por la cual debe procurarse recoger aquellas con cuidado, y conservar el vino en pipas bien cerradas.

Hay un defecto muy grave al cual están expuestos todos los vinos cuando no se conservan en condiciones convenientes, y es el *amargor ó avinagramiento*, que reconoce como causa la influencia del aire, cuyo oxígeno vá transformando sucesivamente al alcohol en aldehído y ácido acético. Para evitarlo, ha de procurarse siempre que los vinos, una vez terminada la fermentación tumultuosa, no se encuentren expuestos al aire, que las cubas estén bien cerradas, y que no se agite al líquido, con objeto de que el oxígeno que necesariamente tiene que obrar sobre la superficie, no se di-

suelva y lleve al interior de la masa su influencia oxidante. Si se nota el principio de la acidez, puede remediarse con disoluciones de ácido carbónico que impidan el acceso del aire, ó con la adición de tartrato neutro de potasa, que cediendo la mitad de su base al ácido acético formado, lo neutraliza; pero este procedimiento aunque remedia en parte el mal producido no lo evita en sus principios, porque la acidez continua y se hacen necesarias nuevas cantidades de tartrato. La costumbre de algunos industriales, de adicionar litargirio á los vinos ágricos para neutralizar al ácido acético debe ser perseguida, porque la sal resultante, el acetato de plomo, es eminentemente tóxica.

En los vinos llamados *vuellos* ó *torcidos* se observa la desaparición del tartrato y en algunos casos su transformación completa en carbonato de potasa, pero se ha probado que añadiendo ácido tártrico puede devolverse al líquido su color y sabor naturales.

Tambien se observa en los vinos un accidente extraño á la influencia del fermento, y es el gusto á madera, que se desarrolla cuando las cubas no están limpias ó se hallan construidas con materiales fáciles de alterar que siempre desprenden amoniaco. Cuando ese sabor es débil puede corregirse trasegando el vino á cubas limpias ó disponiéndolas con carbon en su inte-

rior para que la madera ceda á este cuerpo los gérmenes de putrefacción; pero si el gusto aumenta, el vino no sirve para el consumo.

La calefacción de los vinos ha sido muy recomendada como medio eficaz de prevenir toda clase de enfermedades, pero este sistema mas que remedio es preservativo, y su acción no siempre es favorable.

Los procedimientos puestos en práctica por el comercio para devolver á los vinos alterados sus propiedades primitivas, son muchos, y como ya queda dicho, algunos constituyen verdaderas adulteraciones nocivas para la salud, que pueden afortunadamente descubrirse por el análisis. Sin embargo, cuando el reconocimiento no se hace por un exámen químico detenido, no debe afirmarse la sofisticación por la sola apreciación microscópica; el vino presenta un aspecto muy singular, pues en él se hallan cuerpos ovoideos, rojos, transparentes, con indicios de tejido fibroso, muy parecidos á la grosella, unidos en rosario, resistentes á la presión y en forma de una masa gelatinosa muy compacta. Aplastada esta masa, diluida en el agua y vuelta á examinar en el microscopio, se vé que se halla formada por pequeñas fibras, de superficie desigual y glutinosa, observándose la presencia de glóbulos redondos, formados de una membrana exterior transpa-

rente, y de glanulos interiores cuya naturaleza parece ser la misma que la de la masa gelatinosa. No se conoce ninguna producción vegetal análoga, pero su compleja constitución, cuyas causas son aun desconocidas, no debe ser motivo para que se atribuya á falsificaciones que no existen.

XI. *Ensayos de los vinos.*—Para averiguar si un vino está puro puede hacerse su análisis ó practicar diferentes ensayos con objeto de determinar la cantidad de cada uno de los principales cuerpos que le forman. Su análisis si ha de ser perfecto, es una operación muy larga y difícil, puesto que el vino contiene muchos principios en muy corta cantidad y algunos de ellos difíciles de aislar; por esta razon generalmente la pureza de los vinos se averigua por una série de ensayos que constituyen un análisis incompleto, pero que conducen á averiguar la cantidad de los principios esenciales.

Estos ensayos tienden á determinar la fuerza alcohólica, las materias fijas, álcalis, tartratos, sulfatos de cal y materias colorantes.

La fuerza alcohólica se determina por medio de un alambique, en cuya caldera se vierte el vino á analizar y se destila hasta que se haya recogido un tercio del

volúmen empleado. Todo el alcohol del vino se halla en este tercio, de manera que introduciendo un areómetro en este alcohol y dividiendo por 3 el grado que marque se obtiene la riqueza centesimal del vino. Algunas veces se añade á este cierta cantidad de alcohol para darle la fuerza que pierde por la adición de agua, y esta adulteración, difícil de reconocer, solo puede comprobarse por la circunstancia de que estando dicho alcohol en estado de mezcla mas ó menos perfecta, se evaporará antes de que el vino entre en ebullición y por lo tanto antes que el alcohol propio del vino. Si durante la evaporación se inflaman los vapores al acercarles una cerilla, es prueba de que existe la adulteración mencionada.

Después de determinada la riqueza alcohólica de un vino puede hacerse otro ensayo para averiguar la cantidad de materias fijas que contiene. Para esto se pone á evaporar en una cápsula al baño-maría una cantidad determinada de vino, y por el peso de la cápsula después de terminada la operación se conoce la proporción de materias fijas, que en los buenos vinos debe de ser de un 2 por 100 próximamente. Si el residuo es menor, ha sido adulterado con agua, y si es mayor ha habido adición de alguna sal para paralizar la acetificación.

Cuando los vinos se fuercen ó acetifican se les adultera por medio de carbonatos alcalinos, y para reconocer este fraude se decolora con carbón animal, se filtra y evapora á sequedad, y el residuo se trata con alcohol que disuelve los acetatos y nó las sales contenidas en el vino. La disolución alcohólica de los acetatos se evapora y el residuo disuelto en agua destilada se trata por los reactivos de las bases alcalinas para conocer su naturaleza.

Los tartratos y ácido tártrico del vino se determinan evaporando á sequedad un peso dado del líquido, tratando el residuo varias veces por alcohol de 40° y desecando la parte que quede insoluble y que no es otra cosa que el tártaro bruto. Este se pesa é incinera y el producto se trata por agua caliente que disuelve al carbonato potásico formado por la descomposición del tártaro, y por un líquido ácido se satura el carbonato. Conociendo la cantidad de este ácido empleada, se deduce la proporción del bitartrato. El ácido tártrico se determina saturando con potasa una cantidad determinada de vino, para proceder de modo análogo al anterior.

El sulfato de cal se reconoce por los procedimientos generales de análisis química, es decir por el cloruro de bario. Si con este reactivo el vino, decolorado

préviamente, se enturbia es señal de que contiene yeso, pero si no se enturbia solo contiene los cuatro gramos por litro del sulfato potásico propio de los caldos.

Como al añadir agua al vino se disminuye la intensidad de su color, se le suele incorporar cocimiento de campeche, palo de Brasil, etc., para que adquiera el color propio de estas sustancias. Para reconocer la adulteración puede mezclarse el vino con amoniaco en exceso, añadir sulfhidrato amónico y filtrar el líquido; el vino puro filtra en color verde, y el adulterado en rojo, azul ó violeta. La determinación de la materia colorante añadida no se aprecia por este procedimiento, y para saber cual sea esta hay que acudir á medios analíticos de laboratorio.

Azúcar.—El medio mas breve de averiguar la cantidad de azúcar, consiste en hacer evaporar al baño-maría 200 cc de vino al que se ha adicionado 30 ó 40 gramos de bicloruro de estaño cristalizado, y someter el residuo de la evaporación á una temperatura de 130 á 140°. En estas condiciones el azúcar de uva ($C_{12}H_{22}O_{11}$) se transforma en una masa parecida al caramelo, y que analizada tiene por fórmula $C_{12}H_{18}O_4$, es decir, glucosa que ha perdido dos tercios de su agua. Esta sustancia resultante es insoluble en los álcalis, y por lo tanto con repetidos lavados alcalinos

pueden separarse de ella las materias extrañas y determinar por último su peso. Conocido éste se establece una proporción en la que este cuerpo guardará con la glucosa, la misma relación que sus fórmulas respectivas, ó lo que es igual llamando M á esta materia y G á la glucosa

poniendo el valor de los equivalentes. $\left\{ \begin{array}{l} M : G :: C^{21}H^{12}O^{12} : C^{12}O^4O^4 \\ M : G :: 180 : 108 \quad \text{ó} \quad M : G :: 5 : 3 \end{array} \right.$

Para reconocer la presencia del cobre y plomo, se hace hervir el vino en un globo de un litro de capacidad, y despues que los gases han desaparecido, se añade un gramo de hierro reducido por el hidrógeno, que precipita los metales que hubiera en el líquido. Si á la masa metálica se la trata por el ácido nítrico muy diluido y se le añade amoniaco, el hierro queda en el estado de óxido insoluble, y el cobre se disuelve en el amoniaco dando coloración azul. Si hubiese sospecha de la existencia de plomo, el ácido sulfúrico disolvería el hierro y dejaría el plomo precipitado.

Para exaltar el color de los vinos pobres en encianina, suele usarse en el comercio la fuchina, que preparada con bases arsenicales produce efectos fisiológicos muy desfavorables. Se puede reconocer esta sustan-

cia, impregnando con el vino que se supone adulterado, una porción de algodón pólvora, que despues de extraido se lava con agua, recobrando su color blanco si el vino es puro y permaneciendo coloreado si tiene fuchina.

XII. *Vinos espumosos.*—Difieren estos del vino comun por la presencia de una gran cantidad de ácido carbónico cuyo desprendimiento empieza despues de haber sido cerrada la vasija que contiene el líquido.

El ácido no pudiendo permaner acumulado en el espacio que el recipiente deje vacío, por virtud de la gran masa producida, ejerce sobre el nivel del vino y las paredes de la vasija una presion cada vez mayor, por consecuencia de cuyo aumento se disuelve en el líquido en grandes proporciones. Cuando la producción ha terminado, si se destapa la botella, el gas produce una explosión y estendiéndose rápidamente por la atmósfera disminuye la presión interior y obliga al que aun queda disuelto á desprenderse tambien, originando con su salida multitud de pequeñas burbujas en la superficie libre.

El mosto destinado á la fabricación de los vinos espumosos, debe hallarse desprovisto de la película para que no tome color y su trasiego se hace desde

luego á las botellas donde continúa la fermentación. Una vez cerradas se trasladan á almacenes en los que se conservan á una temperatura uniforme, conociéndose los progresos de la fabricación por unos depósitos mas ó menos considerables de materia sólida que se forman en el fondo de las botellas, y por la frecuente producción de burbujas. Cuando estos trabajos han terminado se pone el vino sobre el puente, operación que consiste en invertir la posición de las botellas, colocándolas verticales con el tapon hacia la parte inferior, á fin de que el depósito sólido de que hemos hablado caiga sobre el cuello. Este precipitado se halla constituido por una materia floconosa, unas veces perfectamente lisa, y otras formando pliegues, que se adhiere al cristal, y le comunica el aspecto sucio que se observa en los vinos de Champagne. Cuando, despues de algun tiempo, el depósito ha caido por su peso hácia el tapon, el obrero tomando la botella invertida con la mano izquierda, desata el hilo de hierro que sujeta el corcho, comprime á este con el dedo índice de la misma mano, le dá salida lenta, é inmediatamente se produce la explosión y el escape de una pequeña cantidad de vino que arrastra al depósito floconoso. Tan luego como ha sido lanzado, el obrero vuelve á cerrar la botella y afianza el tapon con nuevos hilos.

Como se vé, esta operación requiere mucha destreza y una larga práctica, para lograr que de cada botella no se escapen mas que 4 ó 5 centilitros de vino. (*) Terminadas estas faenas, las botellas quedan en reposo durante algunos días, y se cierran mas herméticamente aun rodeando el tapon y cuello con mezclas de alquitran, cera, trementina, etc., y coloreando estas mezclas con diversas sustancias, como negro de hueso, ocre ú otra materia colorante, evitando siempre el uso de las que puedan comunicar mal olor ó mal gusto.

XIII. *Composición química del vino.*—Los vinos, sean cuales fueren su naturaleza y medios de fabricación, están formados por la mezcla de multitud de principios minerales y orgánicos, unos que existían en el mosto, y otros que deben su composición á los desdoblamientos y cambios originados durante el acto de la fermentación, y aun cuando no es posible formar una relación que comprenda todas estas sustancias, dada la infinita variedad de los vinos del comercio, á continuación indicamos en un cuadro la composición media de dicho líquido, para que se pueda formar una idea aproximada de las materias que encierra. Las

(*) *Esta operación suele llamarse vulgarmente, degüello.*

producidas por la fermentación, van señaladas con la letra *F*; y las restantes son las que preexistían formadas en el mosto.

	{	Agua.	.	90
		Alcohol de vino.	F	8
		Alcoholes butírico, amílico, etc.	F	}
		Aldehidos.	F	
		Éteres acético, enántico, etc.	F	
		Aceites esenciales.	.	
		Azúcar de uva.	.	
		Gomas, mucílagos y principios pécticos.	.	
<i>Cuerpos</i>		Materias colorantes.	.	
<i>neutros.</i>	}	Grasas.	.	
		Glicerina.	F	
		Albumina.	.	
		Tartratos de potasa, cal, alúmina, hierro, etc.	.	
		Acetatos	{	F
		Sulfatos	{	}
		Nitratos.	{	
		Fosfatos	{	
		Cloruros	{	2
		Carbónico.	F	
		Tátrico.	.	
		Cítrico.	.	
<i>Acidos</i>		Tánico.	.	
<i>libres.</i>	}	Acético.	F	
		Láctico.	F	
		Sucínico.	F	
		Butírico.	F	

XII

ALCOHOLES Y VINAGRES.

SUMARIO.--I.--Alcohol; su origen y propiedades.--II.--Fabricación del alcohol de vino; aparatos destilatorios.--III.--Alcohol de granos ó cereales; fabricación y rectificación.--IV.--Alcohol de materias azucaradas --V.--Líquidos alcohólicos.--VI.--Licores --VII.--Alcoholometría; areómetros.--VIII.--Ensayos del alcohol.--IX.--Vinagres; su origen.--X.--Fabricación del vinagre. ---XI.--Composición.--XII.--Alteraciones.--XIII.--Acidez del vinagre.--XIV.--Adulteraciones y su reconocimiento.

I. En la naturaleza el alcohol es un producto que debe su nacimiento á la descomposición de ciertos principios inmediatos. Así se observa que la materia azucarada de muchos frutos por la influencia de un fermento apropiado se desdobra en ácido carbónico y alcohol mas algunos productos accesorios que nos son ya conocidos. (*)

(*) Véase fermentación alcohólica en los tratados de Química.

El alcohol puro es un compuesto orgánico cuya fórmula $C^4H^6O^2$ nos dá á conocer su composición ternaria, que en peso está representada aproximadamente por los números 52'50, 13 y 34'50 respectivamente de carbono, hidrógeno y oxígeno. Es un líquido trasparente, de olor característico, sabor ardiente, menos denso que el agua, capaz de entrar en ebullición á $+ 78^{\circ}$, fácilmente combinable con el agua y descomponible en presencia de los cuerpos en ignición que le trasforman en agua y ácido carbónico. El alcohol es un disolvente neutro de gran energía, y en algunos casos las disoluciones alcohólicas son verdaderas combinaciones ó alcoholatos. El oxígeno del aire obrando sobre el alcohol á temperaturas inferiores á las de descomposición, produce sobre este combustiones lentas y le transforma en otros compuestos de entre los cuales es el más importante el ácido acético.

Todos los líquidos azucarados que han experimentado la fermentación alcohólica pueden emplearse para obtener el alcohol por destilación. Tales son los vinos, cervezas, sidras y varios zumos fermentados. También se emplean para obtener alcohol el trigo, cebada, centeno, arroz y todas las materias amiláceas, haciendo que antes páse la fécula á azúcar y que después sufra

la fermentación alcohólica. En España se obtiene del vino que es el líquido que dá el mejor alcohol.

II. La obtención de aguardientes y alcohol constituye en nuestro país una industria de la mayor importancia que dá como especies superiores las obtenidas por la destilación de vinos blancos y tintos, obteniéndose también de marca inferior con los vinos turbios, de orujo ó casca mezclada con agua, cuyas materias dán un líquido que tiene olor empireumático debido á los productos pirogenados que resultan durante la destilación en la cual se quema una porción de la materia orgánica. En la destilación del vino se desprende primero alcohol que hierve á 78°, arrastrando cierta cantidad de agua, la cual vá aumentando á medida que avanza la destilación hasta llegar á ser agua sola la que se destila.

De la destilación de los vinos se obtiene primero aguardiente ó sea una mezcla de alcohol y agua, que señala 20 á 24 de Beaumé ó 50 á 60 centesimales, y después de rectificado este líquido resulta espíritu de vino, ó sea alcohol con menos agua, que señala 80 á 86 centesimales.

De los antiguos alambiques ó *alquitaras* empleadas para la obtención de aguardientes, se ha llegado en la

actualidad á unos aparatos destilatorios en los cuales resulta el espíritu con mucha concentración, ahorrando de este modo combustible y mucho tiempo en las rectificaciones sucesivas.

En dichos aparatos se hace elevar los vapores alcohólicos por una columna dentro de la cual hay varios platillos que pueden recibir el líquido condensado, y como los vapores acuosos se condensan primero, se separa el agua, mientras que los alcohólicos se elevan para condensarse en recipientes á propósito. Por la importancia que tiene esta industria, daremos á conocer éstos aparatos, entre los cuales elegiremos el de Savalle por ser el más común.

Consta el aparato de una caldera donde se aloja el vino que se ha de destilar; de una columna que es continuación de la caldera y está formada de varios platillos con sus correspondientes diafragmas de madera que reciban todo el agua que se condense y se eleven los vapores alcohólicos; de un conducto que guíe estos á un recipiente donde se detiene la espuma que suele formarse, de un refrigerante donde el alcohol se condense y de una probeta donde se recoge el alcohol y en la cual se marca la concentración.

Colocado el vino en la caldera y elevada la temperatura se desprenden vapores mezclados de alcohol y

agua, los cuales suben por la columna destilatoria, que en sus platillos retiene el agua condensada y la obliga á bajar nuevamente á la caldera, mientras que los vapores de alcohol pasan al separador de espumas y de éste al refrigerante. El líquido á destilar se coloca en un recipiente desde el cual pasa al refrigerante ayudando de este modo la condensación y elevando al temperatura del vino.

El alcohol y los aguardientes de vinos resultan puros, de buen sabor y con aroma especial, pero el alcohol de casca, es decir, del orujo mezclado con agua y el de los vinos turbios, aparece después de obtenido con los malos caracteres que hemos apuntado.

III. *Alcohol de granos ó cereales.*—Los granos de cebada, centeno y arroz, así como la fécula de patata y todas las materias amilaceas, tienen que sufrir antes de su destilación, varias operaciones de cuyo resultado depende la obtención del alcohol. Estas operaciones son la sacarificación y la fermentación del azúcar.

La primera puede efectuarse por la acción de la diástasa, pero es preferible la acción del ácido sulfúrico ó mejor del clorhídrico porque al neutralizar con creta se forma una sal soluble y se verifica mejor la

fermentación. Se hace en cubas de madera calentadas con vapor de agua, moliendo previamente los granos y formando con su harina una pasta á la que se adiciona agua y ácido clorhídrico en la proporción de una parte de éste por veinte de harina. Terminada la sacarificación se suspende la entrada del vapor de agua y se añade creta para neutralizar el ácido; después se hace llegar más vapor para desalojar el ácido carbónico disuelto y se deja la masa en reposo 24 horas.

Trascorrido este plazo se hace salir el líquido claro por una llave, reuniéndole en un depósito y después de enfriado se lleva á las cubas de fermentación. En éstas se mantiene á una temperatura de 25° y se le añade levadura de cerveza en la proporción de un 3 por 100 de la harina empleada. Después de cinco ó seis días la fermentación queda terminada é inmediatamente se procede á la destilación que se practica en el mismo aparato descrito para los alcoholes de vinos.

Como quiera que el alcohol de granos no resulta después de la destilación tan puro como el de vino, es necesario someterle á una nueva destilación en aparatos *rectificadores* cuya esencia es la misma que la de los destilatorios.

Después de rectificado el alcohol de granos debe someterse á la *depuración* para privar al alcohol vínico

de otros alcoholes y del ácido acético, láctico y aceites esenciales que le acompañan. Esta operación se hace filtrando el alcohol impuro por carbón en el aparato de Savalle que consta de tres cilindros de chapa de hierro llenos de carbón de leña y negro animal en pequeños fragmentos; de un refrigerante donde se recoge el vapor alcohólico y de un depósito donde se recoge el líquido puro.

La marcha de la operación es la siguiente: el alcohol impuro llega á uno de los cilindros y sucesivamente á los otros dos, atraviesa la masa de carbon que sirve de filtro y marcha á la columna refrigerante donde se condensa para reunirse después en su depósito.

IV. *Alcohol de varias materias azucaradas.*—

Con las melazas resultantes de la fabricación de azúcares de remolacha, y mejor aún con el zumo de las mismas, se puede obtener alcohol, añadiendo una porción de levadura de cerveza y destilando después el líquido fermentado.

También se obtiene alcohol de multitud de partes vegetales azucaradas, como los higos chumbos, y de varias raíces, reduciendo éstas á pulpa y tratándolas después con agua y levadura de cerveza.

V. *Líquidos alcohólicos.*—En el comercio se llama *aguardiente* al alcohol acuoso que señala de 50° á 60° del areómetro Gay-Lussac, ó 24° de Beaumé, y *espíritu de vino* al que señala 80° á 86° del primero. El *aguardiente* destinado á la bebida contiene esencia de *anís* á la cual es debido el enturbiamiento que se produce al mezclarle con el agua, toda vez que la esencia se precipita.

El *cognac* es un *aguardiente* de color amarillento debido á una materia orgánica tomada de los toneles y al azúcar quemado.

El *rom* es una bebida alcohólica obtenida de las melazas de la caña de azúcar ó del zumo fermentado de la caña.

La *ginebra* es un *aguardiente* fuerte destilado sobre bayas de enebro.

El *Kirsch* es un líquido alcohólico obtenido por la destilación del zumo fermentado de las cerezas negras bien maduras.

El *marrasquino* lo obtienen en Dalmacia por la fermentación del zumo de ciruelas y albaricoques.

Y el *whisky* se prepara en Inglaterra con cebada germinada pura haciendo fermentar la infusión con levadura de cerveza.

VI. *Licores*.—Los licores se preparan macerando en aguardiente diversas partes vegetales, de las cuales se disuelven los principios aromáticos y extractivos, y cuando estos licores se destilan resultan de sabor más suave.

Las materias más usadas son: el café (licor de café); almendras amargas (noyó); esencia de rosas y cochinilla (rosa); cortezas secas de naranjas (curazao); y otras muchas materias aromáticas como la canela, añís, clavo de especia, nuez moscada, etc., etc. y fuertes proporciones de azúcar.

VII. *Alcoholometria*.—El objeto de la alcoholometría es averiguar la cantidad de alcohol puro contenido en los aguardientes y alcoholes. El medio más empleado es el de los areómetros.

Se dá el nombre de areómetros á ciertos instrumentos flotantes que sirven en general para hallar la densidad de los cuerpos ó para averiguar la concentración de los líquidos, fundándose en el principio de Física de que «los cuerpos flotantes desalojan una porción de líquido, cuyo peso es igual al de dicho cuerpo.»

Los areómetros se dividen en de volúmen constante y peso variable y de volúmen variable y peso cons-

tante. Solo nos ocuparemos de los de peso constante que son los mas comunmente empleados para averiguar la concentración de los líquidos. Entre ellos los hay que sirven para líquidos mas densos que el agua y otros para los mas ligeros diferenciándose entre sí, en que los primeros tienen la escala descendente y los segundos ascendente.

Entre los de escala descendente tenemos el de *Beaumé* que se compone de un tubo hueco de cristal con dos cavidades en su parte inferior. Para graduarse se le sumerge en agua destilada y se lastra con perdigones ó mercurio, de modo que se introduzca casi todo el vástago en el líquido, y en el punto de enrase se hace una señal. Se vuelve á sumergir en una mezcla de 15 partes de sal comun y 85 de agua haciendo otra señal en el punto de enrase. Dividiendo despues en 15 partes iguales la distancia comprendida entre las dos señales, queda formada la escala.

El de mejores resultados y mayor uso para los alcoholes y aguardientes es el centesimal de Gay-Lussac. Este instrumento está graduado á la temperatura de 15°, marcando el cero en el agua destilada y los 100° en el alcohol absoluto. Los grados intermedios están determinados por mezclas de diferentes partes de agua y alcohol. Con este aparato se tiene la ventaja de que

se aprecia al primer golpe de vista el número de volúmenes de alcohol existentes en el agua, cuyo volumen será el del número que se marque en la escala al enrasar.

Como las variaciones de temperatura alteran el volumen de los líquidos y por consiguiente su densidad, es menester hacer una corrección refiriendo los grados á la temperatura de 15°, para lo cual acompaña al aparato un termómetro. Gay-Lussac construyó una tabla para estas rectificaciones, pero puede hacerse fácilmente la corrección por medio de la fórmula $R = C \pm (0'4 \times t)$ en la cual R indica la riqueza alcohólica; C los grados observados; 0'4 es un coeficiente constante, y t la diferencia entre 15° y la temperatura á que se opera. El producto de estos dos últimos factores se añade ó resta segun que la temperatura sea inferior ó superior á 15°.

VIII. *Ensayos del alcohol.*—La cuestion principal que debe conocerse en los aguardientes y alcoholes es su concentración ó sea las cantidades de alcohol puro y agua contenidos en las diferentes mezclas, y esto se averigua por medio de los areómetros de la manera que hemos dicho anteriormente.

Cuando los líquidos alcohólicos contienen azúcar,

resinas, sales ú otras materias extrañas, se puede apreciar aproximadamente la cantidad de alcohol por medio del aparato llamado *termómetro alcohométrico*. En este instrumento el espacio comprendido entre el punto de ebullición del alcohol y el del agua, está dividido en 100 partes desiguales determinadas previamente por inmersión en diversas mezclas.

En el comercio se siguen algunos medios empíricos para conocer la concentración del alcohol. Estos medios son: 1.º la prueba de la pólvora, que consiste en poner en una cuchara unos granos de pólvora y un poco de aguardiente, quemándolo enseguida. Si arde la pólvora es bueno el aguardiente, y sinó arde no lo es. 2.º la prueba de la perla ó de Holanda que consiste en agitar el aguardiente en un frasco y observar si antes de reunirse el líquido se forman unas esferas parecidas á perlas que ruedan por la superficie; si se forman, el aguardiente es bueno.

El alcohol de vino y el aguardiente pueden contener ácido acético lo cual se conoce porque enrojece el papel de tornasol. Pueden tener tambien materias tánicas procedentes de los toneles, lo cual se reconoce por la coloración que dan á las sales férricas. Y pueden tener sustancias empireumáticas procedentes de la descomposición de las orgánicas por el fuego, y esto se

comprueba por el sabor y olor del aguardiente frotando un poco en las manos.

Si el alcohol se ha adulterado con otros alcoholes de inferior calidad, como los de fécula, melazas, etcétera, se reconoce por el gusto que le comunican los aceites esenciales de dichas sustancias. Pueden reconocerse al mismo tiempo otras materias orgánicas extrañas añadiendo al alcohol ácido sulfúrico concentrado que las ennegrece; y mejor aun añadiendo unas gotas de nitrato de plata que por la influencia de la luz toma color pardo si hay tales materias.

El alcohol puro no debe enturbiarse al mezclarle con agua, no debe tener acción sobre el papel de tornasol, no ha de tomar color con el ácido sulfúrico ni con el nitrato de plata, y por último no ha de dejar residuo por la evaporación.

IX. *Vinagres.*—El alcohol puro ya sea anhidro ó hidratado, no se acetifica por la acción del aire, pero si se pone en contacto con algun fermento, absorve el oxígeno, transformándose en ácido acético ($C^4H^6O^2 + O^4 = 2HO + C^4H^4O^4$) pasando antes por el estado de aldehido. En este caso se verifica una fermentación del tipo de las eremacautias, por que el fermento actua sobre el alcohol tomando parte del oxígeno

del aire que produce una combustión lenta. Esta es la fermentación que tiene lugar en los vinos y cervezas al convertirse en vinagres; dichos líquidos alcohólicos contienen siempre cierta cantidad de materias albuminoides las cuales por la acción del aire y una temperatura conveniente se convierten en fermentos actuando sobre el alcohol que se descompone en la forma dicha. (*)

X. *Fabricación del vinagre.*—En general se llaman vinagres á los líquidos que resultan de la eremacautia que experimenta el vino ó los demás cuerpos hidro-alcohólicos.

En España se usan para la obtención de los vinagres los vinos tintos ó blancos, utilizándose con preferencia los vinos jóvenes porque contienen mayor cantidad de sustancias nitrogenadas por cuya razon estos vinos cuando se tuercen, en vez de evitar el progreso de la acidez, se destinan á la fabricación de vinagres.

El método mas empleado es el siguiente: se echa en varios toneles de madera una porción de vinagre hirviendo y despues se añade el vino en cantidades de

(*) Véanse los tratados de Química para explicarse el curso de esta fermentación y las teorías emitidas acerca del fermento organizado *Micoderma aceti*.

10 á 12 litros de modo que pasen ocho días entre cada adición de vino. Los toneles mejores son los que han servido para otra operación, porque tienen sus paredes impregnadas de fermento ó *madres del vinagre*. La tapadera de estos toneles debe tener dos orificios; uno para echar el vino y otro para que salga el aire y la temperatura mas apropiada es la de 25 á 30°. Si se hace pasar el vino por entre virutas de haya, la acetificación se verifica mas pronto, y á los quince días próximamente es completa y puede sacarse la mitad del vinagre de cada tonel, reemplazándole con nueva cantidad de vino que se acetifica igualmente.

El vinagre blanco es mas apreciado que el rojo, pero este se puede decolorar con carbon animal previamente lavado con ácido clorhídrico.

Tambien se hacen vinagres artificiales con mezclas de alcohol y agua, pero no tienen el gusto ni el aroma del vinagre del vino. Para ello se ponen por algunos días en sitios calientes mezclas de 100 partes de agua, 13 de aguardiente, 4 de miel y 1 de tártaro.

En Alemania se sigue un procedimiento muy rápido que se reduce á mezclar aguardiente con una pequeñísima cantidad de una materia fermentescible, que puede ser zumo de patatas ó mosto fermentado de cebada, centeno ó miel, y pasar la mezcla por virutas de

haya en un tonel dividido en tres compartimentos, de los cuales el central es el ocupado por las virutas. La mezcla cae lentamente desde el primer depósito al central escurriendo por unas cuerdecitas de cáñamo que penden de unos agujeros practicados en el tabique de separación. El líquido alcohólico se esparce sobre las virutas que aumentan los puntos de contacto con el aire que entra por la parte inferior, favoreciendo la absorción con tal energía que se eleva la temperatura á 30°. A las treinta y seis horas se abre una llave colocada en la parte baja del tonel y se recoge vinagre completamente formado.

XI. *Composición.*—El vinagre de vino contiene los siguientes principios. Agua en mucha cantidad, ácido acético de un 5 á un 6 por 100, alcohol, éter acético, azúcar, aldehido (cuando no se ha acetificado por completo) una materia mucosa, otra colorante, materia nitrogenada, ácido málico, tartratos, sulfato de potasa y cloruro de sódio.

El ácido acético dá buen sabor al vinagre, pero el aldehido le comunica un olor sofocante y sabor desagradable. Algunas de las sustancias citadas no aparecen en los vinagres de sidra, cerveza, féculas y aguardiente.

XII. *Alteraciones.*—El vinagre se altera por las sustancias nitrogenadas que contiene en disolución, así es que si se deja mucho tiempo en contacto con el aire, vá desapareciendo poco á poco el ácido acético, encontrando en su lugar una materia gelatinosa bajo la forma de copos insolubles.

Otras veces aparecen pequeños infusorios que pueden observarse á simple vista, y cuya formación se puede evitar cubriendo con muselina las aberturas por donde entra el aire durante la acetificación. Calentado el vinagre hasta la ebullición perecen todos los infusorios que despues se separan por medio de filtros.

XIII. *Acidez del vinagre.*—Los vinagres suelen tener un 6 por 100 de ácido acético monohidratado, y señalan en el areómetro 2.^o ó 3.^o, pero este instrumento no sirve para reconocer la riqueza de ácido, porque las materias disueltas hacen variar la densidad. El mejor procedimiento para conocer la fuerza del vinagre, es ver la cantidad de carbonato de potasa ó sosa desecados que neutraliza siguiendo el procedimiento general de la acidimetría. Cien gramos de vinagre bueno saturan de 7 á 8 gramos de carbonato de sosa y de 9 á 10 de carbonato potásico. Antes de hacer es-

tos ensayos hay que cerciorarse de que el vinagre no está adulterado con ácidos minerales.

XIV. *Adulteraciones.*—La más común es añadir agua al vinagre, pero fácilmente se conoce determinando la cantidad de ácido acético que contiene que será la que hemos dicho anteriormente.

Para sustituir el ácido acético de los vinagres flojos ó de los adulterados con agua, emplean los falsificadores ácidos sulfúrico, nítrico ó clorhídrico.

Para reconocer el primero, se evapora el vinagre hasta consistencia de extracto blando que después se trata por alcohol y agua destilada y una vez evaporado aquél, se utiliza el cloruro de bario como reactivo.

La presencia del ácido nítrico se comprueba saturando el vinagre con carbonato de potasa y evaporando hasta sequedad. Si este residuo al echarlo sobre las ascuas deflagra es señal de que existe el nitrato de potasa.

El ácido clorhídrico se reconoce destilando el vinagre y vertiendo en el líquido destilado algunas gotas de nitrato de plata que dará precipitado blanco en el caso de existir adulteración.

Los metales que el vinagre pueda tener, procedentes de las vasijas donde se conserva se reconocen por el color de los precipitados que forman con el ácido sulfúrico ó el sulfuro amónico.

XIII

CERVEZA Y SIDRA

SUMARIO.--I.--Cerveza: sus componentes.--II.--Fabricación de la cerveza; maltage; sacarificación; lupulización; fermentación, etc.--III.--Diferentes clases de cerveza.--IV.--Composición, alteraciones y falsificación.--V.--Sidra; fabricación y conservación.

I. Se dá el nombre de *cerveza* á una bebida mas ó menos alcohólica que resulta de la sacarificación de las materias amiláceas despues de su trasformación parcial en alcohol y de la adición de un principio amargo contenido en la flor del lúpulo.

Las primeras materias necesarias para la fabricación de la cerveza, son: el agua; un cereal que puede ser la cebada, arroz, maiz, etc.; y el lúpulo.

Del agua no hay necesidad de que tratemos, puesto que hemos de suponer á este cuerpo bien conocido. La cebada (*hordeum vulgare*) es una gramínea que se prefiere á todas las demás de su clase, sin que por eso se niegue que cualquiera de estas puede servir para la

fabricación de la cerveza, pero su facilidad de sacari-
ficación y su bajo precio la recomiendan para este ob-
jeto. En 100 partes de peso, encierra 67 de almidón y
6 de destrina y azúcar.

El lúpulo es una planta urtica, cuyas flores hem-
bras están formadas por pequeñas escamas agrupadas
unas á otras formando un cono, y sobre dichas esca-
mas se hallan glándulas de color amarillo que contie-
nen principios inmediatos de mucha importancia. Es-
tas glándulas tienen á su lado una resina ó principio
amargo que comunica este sabor á la cerveza. La cali-
dad del lúpulo influye considerablemente en la firme-
za, gusto, é inalterabilidad del producto.

Las flores del lúpulo se recogen, secan á una tem-
peratura de 40°, y después de comprimidas se intro-
ducen en sacos impermeables para entregarlas al co-
mercio, que además de aprovechar las flores para la
fabricación de la cerveza, las utiliza como antiséptico
poderoso.

II. *Fabricación de la cerveza.*—Exige varias
operaciones que vamos á describir.

Maltage.—Esta operación tiene por principal ob-
jeto sacarificar una parte del almidón contenido en la
cebada, disponiendo ésta, mojada, en una gran sala

mantenida á una temperatura constante de 15°. Al poco tiempo de estar el grano en estas condiciones empieza la germinación, formándose la *diastasa* á expensas de las materias nitrogenadas, al mismo tiempo que el almidón empieza á trasformarse en destrina y glucosa. Pasados unos doce dias, cuando el cabillo ha alcanzado una longitud aproximada á la del grano, el maltage ha terminado, y se procede á la desecación de la malta para detener las trasformaciones químicas y asegurar su conservación. El secado se hace en estufas ó en corrientes de aire á 50°. Después se quitan á los granos las raicillas por medio de aparatos especiales que los baten y destruyen, y por último los granos se reducen á harina gruesa muy rica en diastasa. La malta, que es este producto harinoso, se distingue del grano sin germinar, en la presencia de esa sustancia llamada diastasa, fermento soluble capaz de determinar la trasformación rápida del almidón en glucosa fermentescible.

Sacarificación.—La malta seca se conserva sin alteración durante largo tiempo, y cuando se quiere fabricar la cerveza se determina su sacarificación por los procedimientos que vamos á indicar. En una gran cuba de madera, con doble fondo, se dispone una espesa capa de malta y se vierte sobre ella una gran can-

tividad de agua á 70°. Se bate fuertemente la mezcla y después se cierra la cuba abandonándola á un enfriamiento lento. A las tres horas próximamente la diastasa ha transformado al almidón en glucosa soluble en el agua con la cual forma un mosto que se hace hervir para determinar la coagulación de las materias albuminoides que se separan.

Lupulización.—El mosto obtenido en la operación anterior, debe fermentar, pero antes de que sufra la acción de este fenómeno se le cuece con flor de lúpulo desecada en calderas de cobre de forma casi esférica, empleando de 500 á 1.000 gramos de flor por hectólitro de mosto. La cocción dura de tres á cuatro horas, permitiendo esta operación separar del mosto la albúmina que aun tuviera merced al tanino que encierra el lúpulo, é introduciendo en el líquido dos materias antisépticas que regulan después la fermentación oponiéndose á la influencia de los fermentos secundarios. Estos dos antisépticos son un aceite esencial y la resina.

Fermentación.—Después de enfriado el mosto, tiene el sabor amargo del lúpulo y está en condiciones de sufrir la fermentación alcohólica, pero como en el enfriamiento hay tendencia á producirse ácido láctico,

debe procurarse que el descenso de temperatura sea muy rápido para evitar su formación.

Después que el líquido está enfriado empieza en él la fermentación que es la operación más importante de esta industria, puesto que de su resultado depende la calidad de los productos.

No diremos nada de este fenómeno, puesto que nos es conocido, pero sí haremos presente que en algunas fábricas dejan que la fermentación se presente espontáneamente por la acción de las esporulas de cerveza que puedan estar suspendidas en la atmosfera, método que no dá resultado, siendo mucho mejor el generalmente seguido, y que consiste en la adición de la levadura procedente de operaciones anteriores. En este caso la fermentación empieza y la levadura se desenvuelve considerablemente produciendo su efecto y formando sobre la superficie del líquido una espuma que el operario retira á medida que se presenta. Al cabo de algunas horas el líquido se aclara y entonces se le traslada á otros toneles donde la fermentación continúa de un modo más tranquilo.

Clarificación.—Se emplea con este objeto la cola de pescado disuelta en el agua é introducida en los toneles de cerveza con la cual reacciona mecánicamente arrastrando las materias en suspensión. Después de

trascorridos algunos días se separa la cerveza que queda completamente clara y se embotella para entregarla al comercio. No suele clarificarse hasta tanto que la fermentación ha concluido por completo. Si se clarifica antes de terminar la fermentación, la cerveza embotellada se hace espumosa, variedad de esta bebida que tiene mucha aceptación.

III. *Diferentes clases de cerveza.*—Las variedades de cerveza son innumerables y sus diferencias proceden de los métodos de fabricación, de las proporciones relativas de agua, cebada y lúpulo, y de la sustitución de la cebada por otra sustancia amilacea ó azucarada.

Las cervezas son *fuertes* (3 á 8 por 100 de alcohol) como el *ale* de Edimburgo, la *lambik* de Bruselas y *peeterman* de Lovaina; ó *debiles* como las cervezas de París. Su coloración más ó menos pronunciada depende del modo de fabricarlas, obteniéndose los tintes oscuros sin más que tostar la malta á temperaturas poco elevadas ó adicionar caramelo al líquido.

Las cervezas francesas se fabrican con malta de cebada y alguna cantidad de azúcar, mientras que otras cervezas se confeccionan con malta de cebada y harina de trigo.

El sabor amargo de esta bebida se aumenta añadiendo al líquido raíz de colombo ó granos de habas amargas.

IV. *Composición de la cerveza.*—Es muy variable, pero considerando la normal tal como la hemos descrito en los procedimientos de fabricación, encierra los cuerpos siguientes: alcohol, ácido carbónico, materias extractivas, ácidos láctico y tánico, amoniaco, esencia de lúpulo, ácido sulfuroso, materias grasas, y algunas sales como el fosfato de cal.

Según los métodos de fabricación empleados, así varían las proporciones de las sustancias que entran en las cervezas, y de este modo se observa que las belgas tienen grandes cantidades de de ácido láctico y acético; las inglesas un sabor pronunciado á alcohol; las austriacas poco alcohol y ligeramente coloreadas; las alemanas pesadas y fuertes; etc.

Conservación y alteraciones.—La cerveza es un líquido capaz de sufrir algunas alteraciones espontáneas que anulan por completo sus propiedades sápidas y digestivas, y estas alteraciones se observan con frecuencia en las cervezas mal fabricadas. Con facilidad sufren la fermentación acética, agriándose este líquido;

se ahilan como el vino por la transformación de la dextrina en mucílago; se enmohece cubriendo su superficie de vegetaciones, que son el principio de una acetificación mas ó menos completa, y se debilitan ó transforman en cervezas flojas por la pérdida del alcohol.

Los procedimientos recomendados para remediar estas alteraciones dán muy poco resultado; y lo mejor es, además de emplear un escrupuloso método de fabricación, conservar el producto en lugares frescos.

Falsificaciones.—Son muy numerosas y tienden todas á sustituir las primeras materias por otras de menor precio y peor calidad. El fraude más común consiste en reemplazar la cebada por la patata, privando así á la cerveza de las materias proteicas que constituyen el elemento nutritivo. Otras veces se la adiciona gran cantidad de agua dándole color con caramelo ó regaliz y produciendo el gusto amargo con sustancias mas ó menos inofensivas, como potasa, magnesia, genciana, quasia, ácido pícrico, aloes, etc., etc. Diremos por último, que por efecto de vicios en la fabricación, se encuentran accidentalmente en la cerveza pequeñas cantidades de plomo, cobre y ácido tártrico.

V. La *sidra* es una bebida producida por la fermentación del jugo de la manzana.

Contribuyen á su producción numerosas variedades de dicha fruta (dulces, ágrías) pero la mas apreciada es la manzana áspera y ágría, que dá un líquido mas claro, con mayor proporción del alcohol y mas fácil de conservar que el obtenido por las demás clases.

Fabricación.— Los frutos son recogidos en el momento en que están en el máximun de producción de azúcar que es el de su madurez casi completa, y se conservan durante seis semanas en las cuales sufren una segunda maduración que aumenta la cantidad de azúcar. Despues de transcurrido este plazo se las somete á la acción de muelas verticales que las golpean fuertemente contra el fondo de una artesa hasta que quedan los frutos reducidos á pulpa, pudiendo tambien operarse con cilindros acanalados que producen el mismo resultado.

La pulpa obtenida, adicionada con agua, se coloca en una cuba dejándola en maceración veinticuatro horas durante las cuales la superficie del líquido vá coloreándose al contacto del aire hasta tomar un tinte ambarado. En este momento se suspende la maceración, y la pasta pasa al prensado en aparatos sencillos que dan un primer escurrido de agua cargada casi con la mitad de la sidra y sucesivamente van sufriendo otros nuevos que producen líquidos de menor bondad.

Estos resultados del escurrido se colocan en cubas dentro de las cuales se produce la fermentación alcohólica; terminada esta se termina por cualquiera de los medios que nos son conocidos, y despues se procede á su embotellado para que continúe la producción del ácido carbónico y el líquido resulte espumoso. Si se le conserva durante algun tiempo, la sidra pierde su sabor dulce porque una nueva fermentación destruye sus principios azucarados.

Conservación.— La sidra que contiene menos alcohol que el vino es mas difícil de conservar por hallarse sujeta á multitud de alteraciones producidas por gérmenes atmosféricos. En parte estas alteraciones se evitan poniendo la sidra á resguardo del aire vertiendo en los toneles una capa de aceite que no dé acceso al oxígeno, pero como por lo general este líquido no suele ser frecuente conservarle en toneles y sí en botellas, con estas no puede seguirse el método.

Sus principales enfermedades son, la acidez, la grasa, la pérdida de color y otras mas que no describimos por ser análogas á las del vino y cerveza, y producidas por agentes ó fenómenos iguales.

Las falsificaciones tienden siempre á darle color con la cochinilla, caramelo, etc.; fuerza con el aguardiente; y sabor dulce con el litargirio.

Despues del vino la sidra es la bebida que contiene mas cantidad de principios fijos aprovechables para la economia animal, y un poder enervante muy parecido al de aquel.

ACEITES VEGETALES

El presente es un tratado de aceites vegetales, en el que se describen los principales aceites que se conocen, sus propiedades físicas y químicas, y sus usos. El autor ha procurado ser metódico y claro en su exposición, y ha procurado dar una idea general de cada uno de ellos, sin entrar en detalles que solo interesarían a los químicos.

I. De los nombres de los aceites vegetales, y de sus designaciones. Los aceites vegetales se designan por los nombres de las plantas de las que se extraen, o por los nombres de los frutos de las que se extraen. Los nombres de los aceites vegetales se escriben con mayúsculas, y se distinguen de los nombres de las plantas por los puntos que se ponen al final de cada nombre. Los nombres de los aceites vegetales se escriben con mayúsculas, y se distinguen de los nombres de las plantas por los puntos que se ponen al final de cada nombre.

II. De los usos de los aceites vegetales. Los aceites vegetales se usan en la medicina, en la industria, y en la agricultura. En la medicina se usan para preparar pomadas, ungüentos, y aceites para fricciones. En la industria se usan para preparar jabones, y para la fabricación de velas. En la agricultura se usan para preparar abonos, y para la conservación de los frutos.

XIV

ACEITES VEGETALES

SUMARIO.---I.---Cuerpos grasos.---II.---Aceites vegetales; sus propiedades.---III.---Aceite de oliva; molido; escalde; prensado.---IV.---Aceite de granos; su fabricación.---V.---Procedimientos químicos de fabricación de aceites.---VI.---Refinación de los aceites.

I. Con los nombres de *aceites*, *mantecas*, *grasas* y *sebos* se designan en el comercio los diferentes cuerpos grasos. Los aceites propiamente dichos son más ó menos líquidos, untuosos al tacto, combustibles, y penetran en el papel comunicándole una mancha persistente que no desaparece por el calor, circunstancia que suele estimarse para distinguir estos cuerpos de los aceites volátiles ó esenciales. (*)

II. Refiriéndonos únicamente á los de proce-

(*) *Las propiedades de estos cuerpos las suponemos conocidas por los estudios de Química.*

dencia vegetal, diremos que sus propiedades físicas varían mucho y con ellas sus aplicaciones. Todos son mas ó menos viscosos, disminuyendo esta viscosidad y aumentando su fluidez con la temperatura mientras no exceda de ciertos límites; su sabor es casi siempre desagradable, su olor poco sensible estando puros, y presentan la mayor parte un color mas ó menos amarillento verdoso; son más ligeros que el agua; su punto de ebullición varía en cada especie, pudiendo todos resistir una temperatura de 150 á 200° sin descomponerse. Son insolubles en el agua, poco en el alcohol y algo más en el éter y sulfuro de carbono.

Al contacto del aire se oxidan y *eurancian* con tal desprendimiento de calor que puede producir la inflamación de la sustancia. Algunas variedades sin manifestar efectos tan intensos se solidifican al aire presentando el aspecto de la resina y llamándose entonces aceites *secantes*. El ácido hiponitrico solidifica los que no son capaces de solidificarse al aire.

Los aceites están compuestos de un cierto número de principios inmediatos á los cuales se les ha dado el nombre de *oleina*, *estearina*, *margarina*, etc., que bajo la influencia de los álcalis se desdoblán en *glicerina*, ó *principio dulce de los aceites y ácidos estearico, oleico, margarico*, etc.

La industria obtiene el aceite de varios vegetales, y entre ellos figuran como principales la aceituna, almendras dulces y amargas, nuez, laurel, granos de lino, cáñamo, adormidera, cacahuete, sésamo, ricino, algodónero, nabina, colza y otros muchos que se aplican según sus propiedades para la comida, pintura, barnices, jabones, perfumería, medicina, alumbrado, etcétera, etc.

III. *Aceite de oliva.*—La fabricación del aceite de oliva consiste como ya se sabe en reducir este fruto á pasta mas ó menos fina por medio de la presión y en someter esta pasta á la acción de una prensa para que escurra el aceite que se recoge y clarifica convenientemente antes de entregarlo al consumo ó almacenarlo.

Para hacer la recolección de la aceituna en buenas condiciones, debe escogerse un dia sereno y seco, pues de otro modo no se obtendría un fruto limpio. Recogido éste se almacena en locales espaciosos, bien ventilados, con suelo enladrillado y ligeramente inclinado á fin de que se desprenda con facilidad el agua de vegetación.

Despues que haya sido recogida toda la aceituna que se destine á la fabricación del aceite, se procede á

practicar las operaciones propias de esta industria, empezando por el *molido*.

Lo más necesario, llegado este punto, es verificar la operación de tal manera que quede separada perfectamente la pulpa de la aceituna del huesecillo, que sobre contener solo pequeñísimas cantidades de aceite, es un verdadero obstáculo para que la molienda se verifique en buenas condiciones. No es extraño por consiguiente que se haya tratado por varios industriales de emplear máquinas con las que se obtuviera dicho efecto, pero desgraciadamente estos aparatos distan mucho de reunir las condiciones que reclama la industria.

El aparato Lieuve consiste en un tablero pesado lleno de canaladuras labradas en su cara inferior ó de trabajo, debajo de la cual se encuentra otra en la misma disposición y formando la base de una gran caja de poca altura donde cae la aceituna contenida en una tolva, casi siempre por el movimiento de ascenso y descenso del primer tablero llamado triturador; á este tablero se le comunica su movimiento por medio de una cuerda que recoge cuatro cordones sujetos á los cuatro vértices de aquél, y arrollada á un torno que á su vez se mueve por una polea que lleva en su gar-

ganta una cuerda de la que tiran los operarios. Por este medio se comprende que cada vez que tiren de esta última cuerda, se arrollará la primera y subirá el triturador, que volverá á caer cuando cese la tracción y con este movimiento se irán machacando las aceitunas que dejarán el hueso en las canaladuras. La pulpa va cayendo en un cajón que termina en forma de saco, y los huesos se recogen en un depósito situado junto á la caja donde se verifica la trituración.

Aun cuando no de tan buenas condiciones como fuera de desear, se ha inventado otra máquina que consiste en un casquete elíptico armado de cuchillos en sus paredes, los cuales, en combinación con otros de la caja en que aquél gira, van separando la pulpa reducida á pasta y dejan el hueso, que es triturado por la base del casquete.

Se ha propuesto también el uso de cilindros lisos ó estriados que al girar sobre sus ejes horizontales con movimiento inverso produzcan la trituración, pero en la práctica no presentan estos aparatos ninguna de las buenas condiciones de los molinos que vamos á describir.

El mas usado en España consiste en una solera de piedra muy dura, que debe presentar una ligera escabrosidad, sobre la cual rueda una muela vertical,

también de piedra muy dura, movida por una caballería enganchada al extremo de una palanca que la muela lleva en su centro, para lo cual está sujeta esta última á un eje vertical que se apoya por su espiga en el centro de la solera.

Este molino es tan sencillo y conocido que basta con lo dicho para formarse idea de lo que és, pero debemos advertir que ha sido objeto de notables variaciones y hasta se han construido molinos de esta clase con tal perfección que prestan muy buenos servicios. Entre estas modificaciones ha sido la principal la de colocar una tolva que vá dejando caer la aceituna á medida que se tritura, y no como antiguamente que se depositaba una cierta cantidad en la solera y se esperaba á que quedase triturada completamente para quitar la pasta y añadir otra cantidad igual de fruto; tambien se ha colocado sobre el eje vertical del molino una raedera que recoge la masa para ir la depositando en el camino que ha de recorrer la muela, lo cual, unido á la modificación de la tolva, hace que el trabajo se verifique más pronto y mejor.

Cuando se trata de una fabricación de importancia y se dispone de un poderoso motor, se montan varios molinos de esta clase, ó de los provistos de dos piedras, de los cuales daremos una ligera idea.

Este molino está compuesto de dos muelas verticales de piedra dura que ruedan sobre un plato formado de una ó varias piedras de piedra como en el descrito anteriormente, y lleva un pequeño reborde para que no se salga la masa ni las aceitunas. Las muelas puestas de canto están enlazadas por medio de un eje horizontal á la manera de las ruedas de un carro, y pueden moverse rodando al rededor de otro eje vertical que se apoya con su espiga inferior en el centro de la solera. Este eje vertical es el que recibe el movimiento por la parte superior, por medio de un engranaje cónico.

Para que se haga el trabajo con mas prontitud y facilidad se disponen las dos piedras á distancias desiguales del eje de rotación, y en consecuencia de esto los surcos que forman con sus cantos no corresponden el uno con el otro, contribuyendo las mismas piedras á remover la aceituna ó pasta, además de la raedera que puede subirse ó bajarse á voluntad. Para evitar todo inconveniente, tienen las piedras el juego necesario para levantarse cada una de por sí ó las dos á la vez conforme sea el espesor de la capa de oliva quebrantada ó sin quebrantar que se presente debajo de ella. A un costado del molino se coloca la tolva de alimentación por donde cae la aceituna en la solera.

Otro sistema de molino consiste en colocar encima de la solera, dispuesta del mismo modo que queda dicho, una sola piedra que vulgarmente se llama *rulo*, de forma tronco-cónica, de bases paralelas, que atravesada por un eje de hierro descansa sobre una de sus generatrices. Afianzado el eje de hierro contra un árbol vertical que parte de la solera, puede dar vueltas á su alrededor y conducir á la piedra para que vaya rodando lo mismo que las cilíndricas del modelo precedente. El molino de rulo ha sido modificado con la adición de mas piedras tronco-cónicas, y los modelos usados tienen hoy cuatro dispuestas en dos ejes que se cortan en ángulo recto.

Cualquiera que sea el molino que se emplee para la trituration, es menester tener presente que no conviene por ningún concepto exagerar la velocidad de las piedras, porque esto es perjudicial á la buena calidad del aceite que sale alterado por la temperatura que se produce en el molino.

Reducida la aceituna á pasta fina y perfectamente igual, pasa á sufrir otra operación, que es el prensado, por medio del cual la pasta abandona el aceite.

La práctica de esta operación varía bastante en los diferentes países y en las diferentes localidades de un mismo país, así es que en la imposibilidad de describir

todos los aparatos y procedimientos nos ocuparemos solo de los principales.

Antes de proceder á la presión se somete la pasta á la operación llamada *escalde*, ó sea al tratamiento por el agua hirviendo, único modo según algunos, de separar el aceite de la pulpa. En ciertos puntos someten desde luego la pulpa á la acción de la prensa, con lo cual se obtiene el *aceite virgen* de excelente calidad. La influencia del agua hirviendo en la separación del aceite se explica con facilidad; la presión no es suficiente para extraer todo el aceite por encontrarse éste en el principio del fruto, y aun cuando por medio de la trituration que sufre la aceituna se descompone el tegido, es necesario la presencia del agua hirviendo, por ser el jugo viscoso y no poder correr hasta que se le diluya y se dilaten al mismo tiempo los poros del fruto ó pasta.

El *escalde* se verifica colocando la pasta sobre el plato de la prensa y echando encima agua caliente; ó independientemente del prensado, en zanjas ó pilas á propósito, dentro de las cuales se mezcla la pasta con agua y se agita con paletas de madera hasta que la pulpa esté bien diluida.

Los aparatos destinados á practicar la extracción hemos dicho que se llaman prensas, y su forma y di-

ESTABLECIMIENTO
DE
INTENDENCIA
BIBLIOTECA

mensiones varían mucho según las instalaciones fabriles. La que más se empleaba antiguamente, y aun hoy se usa en muchos puntos, es la llamada de *viga y quintal*. Se compone de una gran viga formada por cuatro trozos ó cuarterones reunidos con aros de hierro, empotrada en un muro y sujeta con cuñas y pestillos de hierro. En el extremo libre hay una pieza adicional haciendo las veces de tuerca por donde atraviesa un husillo de madera en dirección vertical y del cual pende una gran piedra llamada quintal. Dando vueltas al husillo en cierto sentido por medio de palancas se levanta la viga y permite colocar debajo los capazos ó escofines de esparto que contienen la pulpa molida; cuando hay suficiente número de ellos, se mueve el husillo en sentido contrario al primero, baja lentamente el extremo libre de la viga y ejerciendo ésta su acción, hace escurrir el aceite que se recoge en un plato ó depósito.

A estas prensas han sustituido las de *husillo* que se componen de cuatro columnas de hierro fuertemente sujetas á un pié donde se halla el plato que ha de soportar la columna de capazos. En la parte superior hay una placa que sirve de sujeción á las columnas y de guía al husillo. Este recibe el movimiento de descenso por medio de un engranaje puesto en comunica-

ción con una rueda manejada á mano por un obrero. Para funcionar con este aparato se coloca sobre el plato la columna de capazos y se imprime movimiento de descenso al husillo provisto de una plancha de presión que comprime la pulpa y obliga á salir al aceite que escurre hasta el plato provisto de una canal por donde se recoge el líquido.

Suelen sustituirse muchas veces estas prensas por las hidráulicas que dán muy buenos resultados, pero que suponen gastos de alguna consideración.

Al esprimir la pasta de la aceituna hay que recoger el aceite en vasijas á propósito, cuyas formas y dimensiones varían. En algunos molinos se limitan á recoger el líquido en tinajas donde el aceite como mas ligero ocupa la parte superior sobrenadando del agua que es mas densa y marcha al fondo; y entonces se extrae el aceite por medio de jarros ó cazos, trasvasándolo le á otras tinajas donde reposa y deposita las pocas impurezas y el agua que aun contenga.

En otros establecimientos se recibe el aceite en una vasija de madera de forma de tonel, forrado en su interior con una lámina delgada de estaño ú hoja de lata; en esta vasija se echa agua fria ó caliente y el aceite, al subir á la superficie, se derrama y cae por una canal situada un poco más abajo de la boca, en dos re-

cipientes unidos por sus bases. Las aguas procedentes de la vasija pasan á un depósito llamado generalmente *infierno*, donde todavía suministran una pequeña cantidad de aceite.

Cuando el huesecillo contiene materia oleosa por ser defectuoso el procedimiento de fabricación, es conveniente separar el aceite que representa valor considerable cuando se trata de fabricación en gran escala.

Para el efecto, ó bien se emplea un procedimiento químico ó un método mecánico que consiste en practicar un remolido en presencia del agua, obteniéndose así aceites propios para combustible ó alumbrado.

IV. *Accite de granos.*—La extracción del aceite de granos ó semillas oleaginosas se reduce esencialmente á convertir en pasta mas ó menos fina la primera materia para someterla después á una presión que deja escurrir el cuerpo graso; de modo que en principio esta fabricación es igual á la del aceite de oliva, no obstante lo cual existen en la práctica algunas diferencias de las que nos vamos á ocupar.

Las operaciones que comprende esta fabricación pueden reasumirse en las siguientes: limpieza del grano, trituración, calentamiento de la pasta, presión, remolido, nuevo calentamiento y segunda presión.

Escogido el grano que debe estar sazonado, se procede á su limpieza con objeto de separarle de todas las impurezas que le acompañan, tales como el polvo, restos orgánicos, etc., para lo cual se usa uno cualquiera de los aparatos llamados *máquinas limpiadoras*, que no son otra cosa que un cilindro horizontal formando tamiz ó criba, al que se imprime un movimiento de rotación. Como esta máquina no tiene otro objeto que separar del grano las impurezas, una tolva colocada sobre el cilindro deja caer en éste las semillas que recorren toda la longitud del mismo merced á una pequeña inclinación de su eje, completando la limpieza un ventilador que separa las partes mas ligeras.

Una vez que el grano está limpio se recoge en sacos para tritularle, á excepción del lino que hay que someterle á una torrefacción preliminar para destruir la gran cantidad de mucílago que impide la fluidez del aceite.

Algunas semillas oleaginosas como el cacahuete, hay que someterlas también á otra operación con objeto de quitarles la cáscara que las recubre. El aparato más sencillo que se aplica á este objeto está montado sobre unos piés derechos de madera enlazados con travesaños, y consta de una tolva, donde se echa la semilla, con el fondo inclinado para facilitar la caída

del grano á un cajón, y de éste sobre un rodillo de fundición que lleva en toda su superficie y á distancias iguales unas ranuras paralelas al eje armadas de hojas de sierra. Al nivel del eje del rodillo se encuentra una tabla también con sierras que sirven en combinación con las primeras para descascarillar la semilla. Esta, mezclada con la cáscara cae en un tamiz animado de un movimiento de trepidación con el cual y la ayuda de un ventilador, se separan fácilmente, pasando el grano á unos receptores á propósito.

Después de limpiar la semilla, se procede á la trituración, que puede practicarse de varias maneras.

En algunos puntos esta operación se verifica por medio de pilones de bocarte movidos por el viento ú otro motor. El aparato consiste esencialmente en unos vástagos de madera resistente, cuyos extremos armados de conteras de hierro caen y machacan la semilla contenida en unos morteros. Otras instalaciones más perfeccionadas consisten en cilindros huecos de fundición, girando en sentido contrario con velocidades distintas y que llenan la función de romper la semilla y dejar caer la pasta á unos depósitos que se colocan debajo.

Reducidas las semillas á pulpa pueden pasar desde luego á la prensa en la misma forma y con iguales

condiciones que la aceituna, con lo que se obtendrá el aceite virgen, pero lo general es someter la pasta á un calentamiento para facilitar la acción de la prensa y la salida del aceite. Este calentamiento puede hacerse á fuego desnudo, al vapor, ó al baño-maría, con tal de que la temperatura oscile entre 60 á 80°.

El calentamiento á fuego desnudo presenta algunas dificultades por lo mismo que es casi imposible obtener una torrefacción uniforme de la pasta, contribuyendo esta desigualdad á producir aceites rancios impropios para la comida. El medio de aplicar el calor es muy sencillo, pues únicamente consiste en disponer sobre un hogar la vasija de cobre ó hierro que contiene la pasta y remover ésta con paletas de madera.

Para utilizar el vapor se usan calderas con dobles paredes entre las cuales circula el gas elevando la temperatura. Este sistema llena perfectamente su objeto y puede calentar la pasta sin temor á que se pierda hasta temperaturas de 90°, siendo pequeño el gasto de combustible.

Para usar el baño-maría se utilizan dos calderas colocadas una dentro de la otra, y entre ellas se echa agua que se calienta hasta la ebullición sin riesgo de que se eleve mucho la temperatura de la pasta. El sistema es poco empleado.

Calentada la pasta vuelve á ser sometida á la presión si ya no la hubiere sufrido, empleando las prensas que conocemos.

Después, la parte que quedó una vez desprendido el aceite, sufre las operaciones del remolido como si se tratase de nuevos granos, pasa á los calentadores y por último se prensa obteniéndose líquidos grasos de inferior calidad.

V. *Procedimientos químicos.*—Diremos cuatro palabras acerca de estos procedimientos, que aun cuando no son industriales propiamente dichos, pueden ofrecer interés en algunas circunstancias.

La fabricación del aceite por el sulfuro de carbono se reduce en principio á transformar á pasta la semilla ó residuos de la presión, y á tratar esta pasta por medio de aquel compuesto que disuelve la materia grasa, separando después ésta del disolvente por medio de la evaporación.

El aparato que con este objeto inventó Moussu, consiste en un depósito cerrado donde se encuentra el sulfuro de carbono que se conduce después por medio de dos tubos á dos grandes cilindros filtradores que contienen la materia á tratar. El sulfuro entra en ellos por su parte inferior y se eleva atravesando la pasta

y disolviendo las partes solubles que encuentra. Pasa luego á una caldera calentada por medio del vapor de agua y aquí se evapora el sulfuro de carbono pasando á unos refrigerantes donde se condensa y queda en disposición de ser utilizado otra vez. El aceite así obtenido presenta un ligero olor de sulfuro, del que se le puede privar agitándole con un 10 por 100 de alcohol.

El mismo resultado podría obtenerse con otros varios líquidos, como el cloroformo ó el éter sulfúrico, que son capaces de reemplazar al sulfuro de carbono, pero su precio es demasiado elevado para que puedan aplicarse en condiciones industriales.

No sucede lo mismo con algunos hidro-carburos que pueden muy bien servir para esta aplicación, como lo ha demostrado Sundry utilizando la propiedad disolvente que los compuestos que se extraen del petróleo y de los aceites de asfalto, hulla, esquisto, etc. Con este propósito propone el autor que se introduzcan las materias que han de ser sometidas al tratamiento después de reducidas á pasta, en una serie de vasijas cerradas herméticamente, á las cuales llegan los hidro-carburos que han de servir de disolventes. El aceite disuelto pasa á otros depósitos y se aísla haciendo que

en el interior de éstos circule una corriente de vapor de agua que hace separar al hidro-carburo.

Pasa concluir este punto diremos que se ha propuesto extraer los aceites reduciendo las semillas á pasta grosera que una vez humedecida con una mezcla de agua y ácido clorhídrico, se somete á la presión para obtener sin necesidad de calentamiento mayor cantidad de aceite y de mejor calidad que por los demás procedimientos químicos.

VI. *Refinación de los aceites.*—Todos los aceites contienen en el momento de su obtención una cierta cantidad de materias albuminoideas y mucilaginosas que no solo perjudican grandemente á su transparencia sino que ocasionan en plazo mas ó menos corto la rancidez de aquéllos.

De aquí la importancia que tienen las operaciones destinadas á privar á los aceites de tales sustancias y el gran número de procedimientos puestos en práctica para la refinación.

Ante todo debemos manifestar que la clarificación y refinación de los aceites no significa su completa purificación en el sentido químico de la palabra, pues los aceites, y principalmente el de oliva, contienen ciertos principios aromáticos, colorantes y sápidos, que son

los que determinan su mérito y por lo tanto su precio en el comercio.

Todos los procedimientos de purificación de aceites pueden reasumirse en tres grupos, según que sean solamente físicos, químicos ó participen de ambos á la vez. Entre los primeros figuran los de la acción del reposo y del frío.

La purificación por medio del reposo, que no es otra cosa que una clarificación, puede verificarse á la temperatura ordinaria ó á temperaturas más elevadas. En ambos casos la operación consiste en dejar que los aceites depositen las materias que tienen en suspensión mediante un reposo mas ó menos largo y en trasegar la parte clasificada á otros depósitos. El residuo, ó sean los turbios y posos, se aplican á la fabricación del jabón ó á otros usos, pero nunca pueden servir para la comida.

El reposo, sin embargo, no basta para clarificar por completo los aceites, pues aun siendo muy prolongado deja siempre una cierta cantidad de materias extrañas que es preciso eliminar por otros procedimientos.

Los depósitos pueden ser de varias clases, pero cualquiera que sea su disposición todos deben reunir las condiciones indispensables de no comunicar á los

aceites mal olor ni sabor, ni dejar fácil acceso al aire para que no se produzca la rancidez que en otro caso se presentaría; tambien debe procurarse con especial cuidado que no esté el aceite mucho tiempo sobre los posos ó sedimentos que se van formando, con cuyo motivo es conveniente el acelerar la precipitación de las materias que tienen en suspensión y producen el enturbiamiento, así como el practicar el trasiego en el momento en que el líquido se presente claro.

La clarificación del aceite se verifica tanto mas pronto cuanto mas secos son los almacenes donde se encuentran las tinajas ó depósitos, siendo en este concepto preferibles los que se hallan expuestos al medio día, pero de cualquiera manera la clarificación espontánea del aceite por medio del reposo dista mucho de ser eficaz, y el líquido adquiere en tiempo mas ó menos lejano la rancidez, debida á la presencia de las materias extractivas y albuminoides que no se separan por completo.

La clarificación por medio del frio no debe emplearse sino en contado número de casos, puesto que como es sabido, la acción del frío conduce á la separación de la margarina que no vuelve á redisolverse sino á costa de una gran agitación.

La acción del agua fría constituye otro procedimiento de clarificación, puesto que aquélla contribuye á la separación de las materias terreas. La mezcla de agua y aceite puede verificarse en vasijas de madera, hierro ú hoja de lata y una vez bien batida la masa líquida, se pasa á un depósito donde se deja en reposo para que el agua vaya á ocupar la parte inferior arrastrando las materias terreas.

El empleo del agua caliente es mucho mas conveniente. Agitando los aceites con agua hirviendo se clarifican por efecto de la coagulación de los mucílagos y materias albuminoides.

De todos los procedimientos físicos de purificación, es mejor sin ninguna duda el de la filtración, que se practica valiéndose de aparatos muy variados con que cuenta la industria, y de las materias filtrantes que obran mecánicamente reteniendo las impurezas. Estas materias suelen ser el vidrio molido, el asperón, piedra pómez, esparto, lana, algodón, serrin, musgo, etc.

Además de la filtración, y con objeto análogo, suelen emplearse aunque pocas veces, los decolorantes y desinfectantes. La propiedad que tienen los carbones de retener en sus poros á las materias colorantes y ciertos gases, ha hecho que se apliquen á este efecto.

Los carbones empleados son de origen vegetal y animal, prefiriéndose el primero ó el segundo, según se trate de desinfectar ó decolorar un aceite; en ambos casos debe procurarse que el carbón no contenga polvo y sea muy puro, conviniendo además calentar la mezcla del mismo con el aceite con el fin de desalojar el aire que contenga entre sus poros.

Después de agitada la mezcla se deja reposar y se decanta la parte líquida, siendo mas eficaz la decoloración y desinfección si se combina con la filtración á través de varias capas de materia decolorante.

Puede emplearse en lugar de carbón, la arcilla, pero su acción es menos enérgica, lo mismo que sucede con el yeso, cal, magnesia, etc.

Los procedimientos químicos puestos en uso para la refinación de los aceites son innumerables, pero el de mas importancia consiste en el uso del ácido sulfúrico que obra sobre los aceites carbonizando las materias albuminoides y extractivas. No obstante estar muy recomendado el uso de este ácido, solo puede aplicarse á los aceites de clase inferior, toda vez que en los de mejor calidad produciría un principio de saponificación que perjudica al producto.

Tambien se ha propuesto para la epuración de los

aceites el uso de los ácidos nítrico y clorhídrico, solos ó combinados con otras sustancias, pero su efecto no es tan eficaz como el del ácido sulfúrico. Del mismo modo se ha utilizado la acción de los álcalis y cromato de potasa.

FIBRAS TEXTILES DE ORIGEN VEGETAL

SUMARIO.---I.---Naturaleza y variedades del algodón.
 ---II.---Operaciones á que se sujeta esta fibra; desgranado,---III.---Limpiado y batido---IV.---Cardado.
 ---V.---Estirado y doblado.---VI.---Hilado; máquina de hilar; períodos de su trabajo.---VII.---Naturaleza y variedades del lino y cáñamo.---VIII.---Operaciones agrícolas; enriado, agramado y espadillado.---IX.---Operaciones manufactureras; peinado, empalmado y doblado é hilado.---X.---Otras fibras textiles. Yute, abacá, pita, formio tenaz, ortiga blanca, etc.

I. El *algodón* es un filamento vegetal que se halla contenido en las semillas de las plantas del género *gossipium*, y familia de las *malvaceas* (Linneo.)

El algodouero crece en casi todos los países cálidos y es originario de la India y América. Se conocen muchísimas especies de esta planta, con caracteres distintos, pero todas las variedades pueden incluirse en dos grandes grupos; el algodouero *arboreo* y el *herbaceo*.

El arboreo es una especie vivaz de la India y Egipto, que alcanza una altura de 3 á 4 metros y entre sus variedades figuran el de hoja de vid, el religioso, el indio, el de georgia, etc. Sus hojas tienen un color verde oscuro, se dividen en cinco lóbulos, y las flores de color amarillo pálido tienen un largo pistilo y cinco pétalos manchados de color púrpura. Cuando la flor desaparece se vé una cápsula ó limoncillo sostenido por cinco hojas triangulares, verdes, y con el limbo profundamente dentado. La cápsula vá creciendo y termina en una punta que se abre y deja ver tres compartimentos llenos de una materia filamentosá, blanca ó amarillenta y fuertemente adherida á la cápsula.

El algodonero herbáceo es una planta anual que se cultiva en la India, China y Estados Unidos. Toma ordinariamente una altura de 60 á 65 centímetros y tiene unos caracteres iguales ó muy parecidos al arboreo, del cual no suele distinguirse mas que por la altura alcanzada.

Examinada al microscopio la fibra del algodón, aparece en forma de una cinta enroscada sobre sí misma, observándose en su centro una transparencia perfecta, y la existencia de dos rebordes paralelos en toda la longitud. Estas cintas se presentan separadas las

unas de las otras, uniformes en toda su longitud y terminando en una articulación perpendicular á ella. La longitud de las fibras varía de 14 á 45 milímetros, y su grueso de 12 á 19 milésimas de milímetro.

Su composición química es la de la celulosa, es decir, carbono, oxígeno é hidrógeno.

El algodnero crece y se desarrolla en tierras fértiles, sueltas, medianamente húmedas arcilloso-calcareas ó calcareo-silicosas. Se recolecta á los siete meses de su plantación, esperando para esto que los limoncillos se abran por sí solos, y eligiendo tiempo seco, pues la menor humedad altera el color del filamento. Una vez recolectado el algodón, se coloca al sol durante algunos dias á fin de que las semillas y el filamento se desequen y hagan mas fácil su separación.

En el comercio se divide el algodón en dos clases que se denominan de larga y corta hebra, según la longitud de ésta. Entre los primeros están el de Georgia largo, el de Egipto, el de Fernambuco y el de Puerto-Rico; y entre los segundos figuran el de Nueva Orleans, Madrás, Bengala, etc.

II. *Operaciones á que se sujeta el algodón antes de ser tejido.*—Entre las varias que suponen las transformaciones de este filamento en hilo, describire-

mos las principales sin detenernos mucho, por requerir su estudio el conocimiento de aparatos complicadísimos, de los que no es fácil formarse idea sin modelos.

Una vez recolectado el algodón con las cápsulas que le contienen, es necesario separar el filamento de su envolvente, y esta operación, que se denomina *desgranado* ó *molinage*, se lleva á cabo con el auxilio de aparatos que varían según los países y la importancia de la industria.

Uno de ellos es el *molino de sierras* (*saw-gin*, americano). Se compone de un eje provisto de varias sierras circulares que poseen un movimiento de rotación impuesto por una rueda manejada á mano ó por medio de un motor cualquiera. Los dientes de las sierras penetran por entre los barrotes de una reja que forma una de las caras de una tolva por donde se vierte la semilla recolectada. Claro es que al estar ésta en contacto con las sierras, la semilla es destrozada, quedando los filamentos agarrados á los dientes. En su movimiento de rotación, las sierras frotan contra un tambor cilíndrico armado de cepillos que se apoderan de la fibra y la abandonan despues por efecto de la fuerza centrífuga. Las semillas desembarazadas del filamento caen por la parte inferior de la tolva.

Recogidas las fibras se introducen en un tambor hueco provisto de aletas en su interior y atravesado por una corriente de aire que envía un ventilador. El algodón movido por las aletas se ahueca, y la corriente de aire expulsa el polvo que pudiera contener. Después de esto se embala en pacas, se prensa con el auxilio de una prensa hidráulica y se entrega al comercio.

III. El producto vendido por los fabricantes forma después del prensado masas duras y compactas que es preciso someter á algunas operaciones antes del hilado. La primera y mas urgente, es abrirlo y devolverle la elasticidad que perdió con el prensado, al mismo tiempo que se le desembaraza de las últimas porciones de polvo que pudieron quedar adheridas ó adquirir en el tiempo de empaque. Estas operaciones, que se llaman *limpiado* y *batido*, se realizan con el concurso de varios aparatos puestos en comunicación, y que iremos describiendo.

El algodón sacado de las pacas se deposita sobre una tela sin fin animada de un movimiento pausado, y es conducido á un tambor tronco-cónico llamado *lobo* ó *diablo*, recubierto de dientes en su parte exterior y curva, y recubierto de una envolvente tambien tronco-

cónica con dientes que pasan por entre los claros que dejan los anteriores. Las fibras entrando por el espacio anular que dejan ambos cascos en sus bases menores se ven forzadas á recorrer el espacio hueco armado de dientes y á salir por la base mayor en virtud de la fuerza centrífuga que se desarrolla por el movimiento de rotación del aparato. Los dientes abren y ahuecan las masas prensadas de algodón y dejan que sus fibras al salir de la máquina caigan sobre otra tela sin fin que las conduce al *batán*.

Este aparato consiste en varios cilindros huecos puestos en comunicación. En el interior de cada uno hay un eje armado de varillas que hacen las veces de paletas y que dán unas 800 vueltas por minuto. El algodón al penetrar en el primer cilindro es batido por estas paletas, y los granos é impurezas que aun contuviere son arrojados con fuerza contra las paredes, cayendo por una rejilla que forma la parte inferior del cilindro. Del primero de éstos pasan las fibras al segundo atraídos por una corriente de aire que produce un ventilador aspirante; del segundo al tercero y sufriendo en todos los mismos efectos, llega el algodón elástico y purificado al interior de un gran cilindro giratorio que vá abandonando el producto á una tela.

sin fin encargada de conducir la fibra al aparato destinado para la siguiente operación.

IV. Esta es la del *cardado*, cuyo objeto es poner las fibras en sentido paralelo unas de otras y dejarlas dispuestas para el hilado. Esto se consigue con el aparato llamado *carda*, que lo mismo que los batanes suelen ser varias puestas en comunicación. Esta es una operación importante y muy delicada, porque de su buena ejecución depende la bondad del hilo que luego se fabrica. En toda su simplicidad la *carda* consiste en dos peines de movimientos encontrados, de tal manera que los filamentos que conducen unos dientes al ser arrebatados por los otros se desarrollen en fibras paralelas.

El aparato se compone de dos cilindros alimenticios armados de puas, que recogiendo el algodón que conduce la tela sin fin lo presentan á un gran tambor cubierto de cintas de *carda*. Sobre este tambor hay colocado un segmento cilíndrico también armado de puas en sentido contrario que las anteriores. Este segmento se denomina *sombrero*. El algodón recogido por el gran tambor se encuentra detenido por las puas del sombrero, y para que las fibras puedan pasar se ven precisadas á ponerse en dirección vertical al eje de la

máquina, única manera de poder resbalar entre las puas. Es muy común que el algodón no pase directamente de los cilindros alimenticios al tambor, sino que encuentra antes un cilindro armado de cardas que lo detiene y entrega á otro *trabajador* que gira en sentido contrario. De este modo las fibras se enderezan un poco, pasan al gran tambor que las cede á un pequeño rodillo llamado *erizo*, luego á un nuevo trabajador, despues al gran cilindro y de este modo sucesivo al *volante*, que es un cilindro con las puas derechas encargado de recoger las fibras y entregarlas á un peine que las reúne en forma de cintas. Estas, comprimidas por dos ó tres pares de rodillos lisos, ván á caer á unos botes de hoja de lata ó á arrollarse en cilindros de madera.

V. Al trabajo de la carda sucede el *estirado*. Su objeto es que la cinta obtenida en las cardas se estire por igual para que vaya tomando el aspecto y consistencia de los hilos. La operación se lleva á cabo con los *manuares* ó cilindros ¹estiradores. Este aparato está compuesto de tres pares de cilindros puestos á corta distancia unos de otros. En cada par, el cilindro inferior es de fundición y acanalado, mientras que el superior, también de fundición, es liso y está recubierto

con dos fundas, una interior de bayeta y otra exterior de cuero. Este segundo cilindro se apoya sobre el primero por medio de un contra-peso. Cada par de cilindros tiene un movimiento mas rápido que el par que le precede y mas lento que el par que le sigue, de manera que estando la cinta sujeta entre dos pares se halla retenida en parte por el primer par y arrastrada por el segundo; pero como no es homogénea, las fibras retenidas por el primer par se quedan en él, mientras que las prendidas por el segundo se adelantan con mas rapidez. Si los pares estuvieran tan cerca uno de otro que las fibras se hallaren sujetas por ambos extremos, como el movimiento no es uniforme, el filamento no tendría elasticidad bastante para resistir á la tracción y se rompería.

Las cintas estiradas por los manuales son cedidas á una tela sin fin, de la cual pasan al aparato de *doblar*, que es la operación siguiente, practicada con objeto de torcer un poco las mechas producidas.

La *mechera* ó *banco de husos*, máquina que se emplea con el objeto dicho, tiene como órganos principales tres pares de cilindros estiradores, un huso y un carrete. El huso tiene la forma de T, cuyos brazos muy prolongados (*aletas*) están contruidos de modo que por uno de ellos, hueco, pasa la cinta, y el otro,

macizo, sirve de contrapeso. El huso y carrete están montados sobre un mismo eje vertical, pero reciben movimientos contrarios é independientes, lo cual es indispensable para el devanado. El huso tiene un movimiento de rotación uniforme y el carrete un movimiento de rotación uniformemente retardado, cuya disminución es proporcional al aumento de superficie que adquiere á medida que sobre él se arrolla el hilo, pues este aumento disminuye la distancia entre él y los cilindros estiradores. Además de este movimiento giratorio tiene otro alternativo en la vertical con objeto de que toda su longitud se ponga delante de la extremidad de la aleta que conduce el hilo y éste vaya arrollándose en espirales regulares y concéntricas.

La mecha ya torcida en parte y arrollada en los carretes, se encuentra en disposición de sufrir la operación siguiente y última, que es la del *hilado*.

VI. Las máquinas empleadas con este objeto son las mismas, sea cual fuere la naturaleza de las fibras. Nosotros describiremos someramente la hiladura mecánica, cuyo funcionamiento automático no ha menester de la mano del obrero mas que para guiar, dando un hilo muy igual, puesto que todos sus movimientos están regulados de una manera exacta.

Se compone de dos partes; una fija, donde se hallan colocadas las bobinas procedentes de operaciones anteriores, en largos estantes sujetos al suelo por fuertes soportes de fundición. Esta parte fija tiene colocados delante de los carretes un par de cilindros que facilitan la mecha de las bobinas.

La otra parte, móvil, consiste en un carrito cuya batalla es igual á la longitud de los estantes de la parte fija, y que discurre sobre unos carriles perpendiculares á los mencionados estantes. Sobre el carrito hay colocados tantos husos como bobinas haya en la parte fija, y además los órganos llamados *varilla* y *contra-varilla*. La primera es un cilindro de hierro de longitud igual á la del carro, y mantenido por encima de los hilos gracias á un soporte fijo en la parte posterior del aparato. La contra-varilla es un órgano parecido al anterior y colocado bajo los hilos. El eje del carrito, al girar por virtud del movimiento, trasmite éste á unos tambores con el auxilio de una correa sin fin; y de estos tambores, por igual sistema de transmisión se comunica el movimiento á los husos que en su parte inferior están provistos de una polea con garganta. Tales son los principales órganos de la máquina.

El trabajo comprende tres períodos.

1.º Formación del hilo. Esta operación á su vez comprende tres partes que vamos á describir.

Al empezar el hilado, los cilindros alimentadores de la parte fija son animados de un movimiento de rotación que facilita la salida de las mechas, al mismo tiempo que el carrito comienza su movimiento de traslación separándose de los estances con velocidad igual á la de rotación de los cilindros; y como al girar el carro giran también los husos en èl colocados, resulta que durante esta carrera se và formando un hilo sin estirado, pero sí con alguna torsión. Tal es la primera parte. En la segunda se observa que los cilindros alimentadores cesan en su movimiento y por lo tanto no facilitan fibras, mientras que el carro continúa su movimiento de separación y los husos el de rotación; de todo esto combinado resulta para el hilo un estirado y una mayor torsión. Y en la tercera parte se observa que, cuando el carro ha llegado al límite de su carrera, la velocidad de rotación de los husos recibe un acrecentamiento considerable que determina una mayor torsión llamada complementaria. Durante todo el período, la mecha facilitada por los cilindros se ha ido arrollando al uso por consecuencia de la rotación de éste, formando una espiral desde la base á la parte superior (*punta*) del huso. Para conseguir esto es pre-

ciso que todos los husos estén inclinados sobre los cilindros, formando un ángulo máximo de 115° .

2.º **Despuntado.**—Este período tiene por objeto desarrollar el hilo arrollado en espiral al rededor del huso, y colocarlo de manera que empiece un devanado regular.

Durante el despuntado, los cilindros alimentadores permanecen en reposo, los husos son animados de un movimiento inverso de rotación, y la varilla y contravarilla empiezan á accionar. Animados los husos del movimiento indicado, el hilo abandona la extremidad superior y desciende hasta la base, y esta operación se realiza porque la varilla desciende sobre el hilo y le obliga á tomar dicha posición, mientras que elevándose la contra-varilla mantiene la tensión de las fibras, dándoles con la ayuda del otro órgano una dirección perpendicular al eje del huso.

3.º **Devanado.**—Durante este período de trabajo, los cilindros alimentadores continúan en reposo, el carro emprende su movimiento de avance hácia la parte fija, y los husos se animan de un movimiento de rotación directa. Por consecuencia de estos movimientos combinados, y continuando la varilla y contra-va-

rilla en las posiciones indicadas en el anterior período, los hilos van arrollándose rápidamente desde la base al extremo superior del huso.

VII. El *lino* es una fibra textil que se extrae de los tallos de las plantas *lineas*, familia de las *cariophylladas*.

El lino común (*linum usitatissimum*) se cultiva en muchos países, sembrándose en dos diferentes épocas del año, y su aprovechamiento es muy grande, pues además de la fibra textil, el grano facilita un aceite muy estimado para multitud de preparaciones industriales y farmacéuticas.

Se conocen dos variedades del lino, el *anual* ó *común*, y el *vivaz* ó de *Siberia*. Los tallos del primero tienen unos 30 centímetros de altura y son delgados, cilíndricos y lisos, con flores embudadas de color azul y hojas alternadas de matiz verde claro. El de *Siberia* alcanza mayor altura en los tallos, es mas ramoso, con flores mayores y con hojas de un verde intenso. Las tierras para el cultivo de esta planta han de ser buenas, estercoladas y algo arenosas.

En el comercio se distinguen varias clases de lino, según su color y su grueso. Por el primer carácter se denomina el producto *blanco* y *gris*, y por el segundo

fino, mediano y grueso. El blanco es el más estimado por su color marfil, y el gris toma colores que varían desde el gris pronunciado hasta el gris plata. El fino suele ser el de mas longitud y color mas blanco; el mediano varía de color con cada especie y el grueso suele encontrarse mezclado con otras variedades comerciales.

Examinada al microscopio la fibra del lino aparece en forma de cañas transparentes, en las que se distinguen los nudos. El grueso de los filamentos varía entre 22 y 50 milésimas de milímetro, y su longitud entre 20 centímetros á 1 metro. Su composición química es la de la celulosa, es decir, hidrógeno, carbono y oxígeno, pero variando la composición centesimal con relación á la del algodón.

El *cáñamo* es una planta de la familia de las *urticeas*; *dioica*, es decir, que tiene los dos sexos separados en individuos diferentes, llamándose machos á los que dán semilla y hembras á los que no la dán. Ambas plantas son de raiz fusiforme, tallo áspero, velludo, cilíndrico en su parte inferior y acanalado en el resto. Su altura varía de uno á dos metros, sus hojas son de color verde oscuro divididas en cinco ó siete foliolas, y sus flores son machos ó hembras, segun los individuos. Se cultivan las variedades llamadas *comun* y *gigantes-*

co, que se diferencian por la longitud y grueso de los tallos. Las tierras que necesitan para su cultivo han de ser frescas y ricas en principios extractivos.

La fibra del cáñamo es dura y resistente, de color amarillento; vista al microscopio tiene la forma de tubos ó cañas vasculares, mas gruesas que las del lino, abiertas en sus extremos y divididas de trecho en trecho por nudos. Su longitud varía entre 1'30 á 1'60 m. y su grueso entre 28 y 50 milésimas de milímetro. Su composición química es parecida á la del lino.

En el comercio se distinguen tres clases caracterizadas por la longitud de la hebra.

Cuando las plantas han llegado al completo estado de madurez, se arrancan y separan sus tallos, exponiéndolos al sol para que se sequen. La parte vegetal entonces está formada por la corteza, la fibra y la cañamiza, elementos reunidos por una materia gomo-resinosa que los mantiene perfectamente adheridos. La fibra propiamente dicha debe ser separada de las demás sustancias que componen el tallo, y á esto tienen las operaciones llamadas *agrícolas*, necesarias para las subsiguientes ó *manufactureras*.

VIII. *Operaciones agrícolas*.—El *enriado* tiene por objeto separar la fibra textil de la corteza y mate-

ria gomo-resinosa con las cuales se halla reunida, disolviendo esta última y disgregando ó separando los principios que forman el tallo de la planta.

El enriado se lleva á cabo por la exposición del lino ó cáñamo á la acción de aguas corrientes ó estancadas durante un tiempo que varía según la temperatura y la naturaleza de la fibra. Puede verificarse de diferentes maneras que vamos á indicar.

Una de ellas consiste en disponer los tallos por capas sucesivas en tanques ó albercas, que son pozas colocadas en las márgenes de los rios ó arroyos, y dejarlos sumergidos hasta tanto que se observe un principio de fermentación. En este momento se remueven las capas para que el fenómeno se verifique por igual, y después de algunos días se sacan los tallos, se escurren y se secan al sol ó en corrientes de aire. Este procedimiento tiene los inconvenientes de hacer que se pudra parte de la fibra, y produce en las localidades donde se lleva á cabo, epidemias originadas por las emanaciones deletéreas de las sustancias contenidas en las pozas.

Otro método consiste en colocar los tallos en cajas de palastro y hacer que en ellas penetren chorros de vapor de agua, que al condensarse en la tapa supe-

rior, caen sobre la fibra en forma de lluvia, reblan-
deciendo y arrastrando la gomo-resina.

Por último se ha empleado, aun cuando sin gran-
des resultados, la disolución estendida de ácido sulfú-
rico y las legias alcalinas flojas.

Después del enriado se someten las fibras de lino
y cáñamo al *agramado*, operación que tiende á romper
la cañamiza y separarla de la fibra textil. Se usa con
este objeto un aparato compuesto de un banco hori-
zontal con dos grandes muescas en toda su longitud;
en uno de los extremos del banco se halla sujeta con
goznes una pieza de madera con dos cuchillas, de ma-
dera también, que encajan en las muescas del banco.
Para agramar, el operario coje un haz de tallos y co-
locándole encima del banco, golpea con las cuchillas
hasta tanto que la cañamiza se separa. Las dimensio-
nes de este aparato varían segun que se trate del lino
y cáñamo por la diferente longitud de las fibras.

La operación de *espadillar* es continuación de la
anterior, separando el resto de la cañamiza y dando á
la fibra más elasticidad y limpieza. Para conseguirlo
se usa el aparato llamado *caballete*, que es una pieza
resistente de madera, colocada en sentido vertical, y
que tiene á un metro del suelo una profunda muesca.
El operario coge con la mano izquierda un manojo de



fibras y le sostiene sobre la muesca, mientras que con la mano derecha maneja la *espadilla* y golpea los tallos, hiriéndoles en ángulo para que no se rompan. La *espadilla* no es mas que un disco de madera provisto de un mango.

IX. *Operaciones manufactureras.*—Recibido en el comercio el lino ó cáñamo preparado en la forma que hemos dicho, se procede á su preparación para el hilado por medio de una serie de operaciones mecánicas que describiremos á continuación.

La primera consiste en disponer las fibras de tal modo que den luego una cinta de filamentos paralelos y flexibles. Tenemos que advertir que esta operación del *peinado* se halla precedida de otra cuando se trata del cáñamo. Siendo esta fibra de mayor longitud y menos finura que la del lino, es necesario darle menor longitud y una elasticidad conveniente para los trabajos ulteriores. Para esto se cortan las fibras en tres partes separando la central de las extremas para obtener mechas de diferente calidad á causa del espesor variable que un mismo filamento tiene en toda su longitud. El corte debe hacerse de tal modo que no se produzca una sección perpendicular al eje de la fibra, sino que ésta aparezca en disminución por los extremos,



con objeto de que al empalmar las mechas unas con otras no resulten los empalmes con mayor grueso que el resto de la mecha. Para conseguir esto se usa una máquina compuesta de tres ó cuatro sierras circulares por delante de las cuales pasan los haces y son rotos en la forma deseada.

Las mechas cortadas se reúnen en forma de trenzas y se les somete á la acción de martillos ó muelas con pilones que golpeándolas fuertemente destruyen la rigidez del filamento y dán al cáñamo alguna flexibilidad.

Verificadas las anteriores operaciones, las fibras de lino y cáñamo se peinan á mano ó por procedimientos mecánicos. Para lo primero se hace uso de un peine formado por una pieza rectangular de madera á la cual se adapta otra metálica llena de agujas de acero templado mas ó menos finas y aproximadas unas á otras, segun la naturaleza de la fibra. El obrero lleva á cabo el peinado haciendo pasar un manojo de lino ó cáñamo por entre las puas el número de veces necesario para conseguir el paralelismo de los filamentos. Luego el operario repite la operación en sentido inverso rastrillando la parte que tenía sujeta en la mano, procurando siempre hacer esta operación con medida para evitar la ruptura de las fibras. Apesar de

ximamente de longitud, blanca ó blanca-gris, resistente, lustrosa y flexible. Se emplea para cuerdas, cables y esteras.

Formio tenaz.—Es tambien una fibra obtenida de las hojas de una planta de la familia de las liliáceas. Las hojas, despues de cortadas, se agrupan en manojos, se enrían, se majan y se preparan con rastrillos. Las fibras son muy blancas y brillantes, suaves y finas, de unos 12 milímetros de largo y de 6 á 20 milésimas de milímetro de ancho. A su tenacidad debe el nombre, pero la humedad la altera y destruye con rapidez, por lo cual se usa para tegidos que no deban lavarse.

Ortiga blanca.—Se conoce esta fibra con el nombre de ramio, y procede de las plantas de la familia de las urtíceas. En su estado natural tiene una longitud mayor que las demás fibras, pues llega á alcanzar 3 metros, y despues de preparada es blanca, brillante, de aspecto sedoso y muy suave. Su resistencia es considerable y ofrece la ventaja de recibir los tintes finos como la lana ó la seda. Se hila en todos los grados de finura y se presenta en el comercio con el nombre de *seda vegetal* en tegidos mezclados con lana ó seda.

Se prepara descortezando los vástagos de la planta para separar la médula, enriéndolos despues, pa-

sándoles por rodillos y peinando é hilando las fibras como las del lino ó cáñamo.

Además de las anteriores, hay otras plantas que proporcionan fibras textiles de menor importancia, contándose entre éstas las llamadas *palma*, *retama*, *enza*, *piña* y la *lana vegetal* obtenida del lúpulo y del pino.

XVI

FIBRAS TEXTILES DE ORIGEN ANIMAL

SUMARIO.—I.—Naturaleza y variedades de la lana.—
II.—Operaciones á que se sujeta esta fibra; lavado,
engrasado.—III.—Lana larga; sus operaciones pro-
prias.—IV.—Lana corta; sus operaciones propias.—
V.—Hilado de la lana.—VI.—Seda; su naturaleza.—
VII.—Operaciones á que se sujeta esta fibra; torno.
—VIII.—Cachemira, cabra de Angora, Alpaca, etc.

I. La *lana* es la materia filamentososa que recubre la piel de los animales lanares, y entre ellos como principales del carnero, cabra del Tibet, de Cachemira, lana vicuña, alpaca, cabra de Angora, etc.

La lana tiene un aspecto parecido á los pelos, y aun su composición química es muy análoga, ofreciendo únicamente como carácter diferencial, el ser mas fina y con mayor ondulación y elasticidad. En estos apuntes nos ocuparemos solamente de la lana que segrega el carnero doméstico, que es la de mayor apli-

cación para los tejidos comunes, y la que produce un fieltro de mejor calidad por la propiedad de estar dotadas las fibras de apéndices ó ganchos que uniendo los filamentos entre sí producen un tejido muy compacto.

La lana recubre todo el cuerpo del animal, pero su calidad no es la misma, variando segun las partes de que procede, y así se observa que la mejor es la que procede del dorso, espaldas y principio del cuello, la mediana la cortada del vientre, muslos é ijares, y la inferior la que proviene de la garganta, cola y piernas. Las diferencias en la calidad son tambien notables dentro de una misma raza, segun el clima y la alimentación de los animales; y muy salientes entre razas distintas. Por lo general las lanas mejores, por lo finas, son las cortas, pero cuando son largas y presentan esa cualidad de la finura son sumamente estimadas.

El color natural de las lanas varía del blanco al negro, pasando por muchos matices intermedios (rosa, amarillo, azulado, moreno), pero las mas estimadas son las de un blanco puro. La suavidad del producto se conoce al tacto, su resistencia por la tracción, y su elasticidad, que es la cualidad de mas aprecio, se percibe de un modo empírico, formando con la mano una

esto, el peinado á mano lleva consigo una pérdida considerable de filamentos. La parte del lino ó cáñamo que queda enredada y detenida entre las puas del rastrillo, se llama *estopa* y es aprovechada para algunos usos.

Entre las peinatoras mecánicas, merece describirse por lo general de su aplicación la del sistema Girard. Se compone de dos montantes fijos y verticales, con dos poleas en su parte superior para dar paso á una correa sin fin que se mueve entre ellas. En esta cadena se cuelgan por medio de garfios ó tenazas las mechas de lino ó cáñamo que de este modo se van moviendo al mismo tiempo que la cadena de uno á otro montante, y presentándose ante unos peines colocados en regletas y animados de un movimiento alternativo en la vertical para herir de arriba á abajo las mechas, y retirarse cuando han llegado á su extremo inferior. Debajo de los peines hay un gran tambor que recoge las estopas y las arrolla para entregarlas despues á una tela sin fin que las conduce á los aparatos donde se las trabaja de un modo parecido al algodón.

Las fibras de lino ó cáñamo, despues de peinadas, se sujetan á la operación del *empalmado*, que se verifica colocando las mechas sobre una tela sin fin, unas á

continuación de otras, con los extremos superpuestos y haciendo que luego vayan pasando por entre cilindros compresores que forman una mecha continua. Pasan despues al *estirado* y *doblado*, operaciones exactamente iguales á las descritas al tratar del algodón, valiéndose de los mismos aparatos y con igual objeto, teniendo solo en cuenta que la mayor longitud de las fibras obliga á hacer varias modificaciones en los aparatos, como son las de colocar los cilindros estiradores á mayores distancias un par de otro y á disponer guías ó peines que conduzcan á las fibras en su camino.

El hilado del lino y cáñamo se practica de igual modo y con la misma máquina que el algodón. La única variante está en que ha de haber mayores distancias entre las diferentes partes del aparato; y que como estas fibras son rígidas y siempre conservan restos de materia gomo-resinosa, se las moja para producir una fibra fina en unas cajas que contienen agua caliente ó fría. Esta caja se coloca entre los carretes y los cilindros estiradores, y la fibra permanece algun tiempo debajo del agua, obligada por dos rodillos que la comprimen. Si se emplea agua fría, la caja no tiene tapa, pero si es caliente, la caja es cerrada y tiene unos agujeros para dar paso á la fibra y un conducto por donde penetra un chorro de vapor que mantiene constan-

te la temperatura. A este procedimiento se le llama *hilar al agua*.

X. Como de mas uso en los tegidos comunes, solo nos hemos de ocupar del algodón, lino y cáñamo, pero con objeto de completar el conocimiento de las fibras textiles, enumeraremos algunas otras de origen vegetal.

Yute.—Se conoce también con los nombres de cáñamo de Bengala y de la India; se cultiva especialmente en Inglaterra y aparece en forma de arbusto de tallo cilíndrico y velludo con hojas dentadas y flores amarillas. Las fibras tienen el aspecto de cuerdas flojas de un metro á metro y medio de longitud, y de uno á dos centímetros de grueso, cubiertas de una película negruzca que es un resto de la corteza de la planta. Se trabaja con dificultad, se deteriora mucho con la humedad y conserva siempre un color amarillento sucio.

La fibra se obtiene enriando los tallos, como sucede con el lino, pero á causa de su dureza es necesario provocar una fermentación regándolos con agua y aceite de pescado, y dejándolos uno ó dos dias en contacto con este líquido. Despues se carda ó peina y las fibras

nto
en el
cap.
Anterior

se empalman, estiran y doblan en máquinas parecidas á las ya descritas, hilándolas siempre en seco.

Con el yute solo se obtienen hilos gruesos que sirven para telas de sacos, alfombras y cables, pero ni se puede hilar en números finos, ni los colores que toma son agradables.

Abacá.—Es una fibra textil conocida también con el nombre de cáñamo de Manila, y se presenta en árboles de cinco á seis metros de altura, con hojas de color verde claro y flores á las que sucede un fruto carnoso. Los filamentos se extraen del tronco cuando la planta está próxima á dar fruto.

Las fibras tienen 1'30 á 2'20 metros de largo, son blancas ó amarillentas, sedosas, la humedad las altera, toman con mucha facilidad los tintes y se hilan como el yute con aplicación á la fabricación de sacos y cuerdas.

Pita.— Es una fibra extraída de las hojas de una planta de las amarilideas, originaria de Méjico. Crece sin cultivo en los terrenos áridos y secos, pero es sensible á los hielos y frios intensos.

Para obtener la fibra se cortan las hojas por su base, se dejan en maceración durante algunos dias, y se destrozan despues con un rastrillo para quitarles la parte carnosa. Obtenida, es gruesa, con un metro pró-

bola de fibras, comprimiéndola y observando cómo recobra el volúmen primitivo.

Su extracción consiste sencillamente en un esquila que se verifica en los meses de Mayo ó Junio, según los climas, separando de una vez toda la lana del animal (vellón) para después clasificarla por grupos atendiendo á su calidad.

La fibra de lana está compuesta de varios principios inmediatos que son: una materia interna, medular; otra media cornea y traslúcida; y otra externa, formada por una materia grasa llamada *suarda*. Esta última constituye una impureza muy abundante en las lanas y se halla formada por una mezcla de sustancias segregadas por el animal y otras procedentes del exterior. La parte natural, es grasa, olorosa, untuosa al tacto, manteniendo la piel del animal en tal disposición que impide que le penetre el agua de lluvia. Esta materia grasa soluble en el agua fría ó en la caliente mezclada con jabón, se halla formada por sustancias orgánicas (estearina, colessterina, suintato de potasa, etc.) y por otras minerales (carbonatos alcalinos, cloruros, óxido de hierro, etc.) que forman el 40 por 100 de su peso. En cuanto á las sustancias que toma del exterior, se hallan formadas por polvo y partículas minerales y vegetales de todas clases.

Vista al microscopio la fibra de lana se presenta en forma de tubos cuya superficie está cubierta de escamas sueltas hácia fuera; estos tubos se adelgazan hácia un extremo y se distingue en ellos el canal medular. La longitud no excede de 18 á 20 centímetros y su grueso de 15 á 40 milésimas de milímetro. Su composición química es la de un cuerpo formado por carbón, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y azufre. La presencia de este último cuerpo es una circunstancia que no debe olvidarse en el tinte de las telas á causa de la coloración negra que puede producir en su acción sobre los colores ó mordientes de bases de plomo ó cobre.

En el comercio se distinguen algunas variedades, y entre ellas las lanas *larga* ó de *peine* y la *corta* ó de *carda*. En la primera las fibras tienen de 8 á 20 centímetros, y son sedosas, sin ondulaciones, secas y resistentes; y en las segundas tienen las hebras de 5 á 8 centímetros y son rizadas, suaves al tacto y elásticas. Por la calidad también se distinguen en *finas*, *entrefinas* y *comunes*. Por su estado de limpieza se conocen las *sucias* y *lavadas*, y entre éstas las *lavadas en vivo* y las *lavadas cortadas*. Por último se encuentran también en el comercio como de inferior calidad las lanas de *blanquería* que proceden del esquila de animales muertos, y son las que por efecto de la alteración de

su composición elemental, no admiten bien las materias colorantes del tinte, reservándose para los tegidos que han de permanecer blancos.

Todas estas variedades de las lanas son facilitadas en España por los carneros de las razas *churra* y *merina*, la primera de lanas bastas y la segunda de mejores cualidades.

II. *Operaciones á que se sujetan las lanas.*—Después del esquila de los animales, la lana en sucio es entregada á la industria de los tegidos, y antes de sufrir las operaciones necesarias que han de disponerla para el hilado, se sujetan á ciertas manipulaciones que son comunes á todas las variedades. Estas operaciones son el lavado, batido y engrasado.

En el *lavado* tenemos que distinguir el verificado en vivo, en cuyo caso la lana se presenta limpia en el comercio, y el realizado con los vellones después del esquila. Para lavar en vivo, antes del esquila, se introducen los animales en charcas ó en arroyos de poco fondo, y dentro del agua se agitan los mechones con las manos hasta dejarlos limpios. Este procedimiento tiene el inconveniente de que como el animal continúa segregando, no desaparece nunca la totalidad de la suarda, y al recibirse las lanas en el comercio, hay

necesidad de someterlas á un nuevo lavado. Cuando éste se verifica después de cortada la lana, se introduce en grandes cubas que contienen líquidos ligeramente alcalinos formados por mezclas de agua y orinas en putrefacción, ó disoluciones débiles de carbonato de potasa, ó bien jabón blanco con agua de río. Después de algunas horas, cuando la suarda se ha disuelto, se lava la lana en agua clara y se la seca á la sombra, conteniendo todavía un 17 por 100 de materia grasa que no es posible separar, y á la cual deben sin duda las telas su elasticidad y aspecto esponjoso y abultado.

Secas las lanas, se procede al *batido*, operación que tiene por objeto devolverles toda la esponjosidad y blandura que tenían antes del lavado, y despojarlas de las impurezas que aun pudieran contener. Se verifica todo esto en máquinas parecidas al *lobo ó diablo* de que hablamos al tratar del algodón, pero con la diferencia de que el tambor es cilíndrico y con menos dientes.

El *engrasado* es necesario para las operaciones que ha de sufrir la lana, y su objeto es comunicarle cierta suavidad. Se practica extendiendo las fibras sobre un suelo impermeable y regándolas con aceite común, ó mejor con ácido oléico, que evita las combustiones espontáneas que origina la oxidación del aceite. Tam-

bien suele engrasarse esparciendo los líquidos sobre la lana por medio de cepillos circulares animados de un movimiento de rotación, y provistos de unos conductos en comunicación con un depósito que contiene la materia grasa.

Las operaciones á que la lana debe someterse despues de las descritas, varían segun que se trate de la lana corta ó de la larga. Nos ocuparemos de las principales.

III. *Lana larga.*—Cuando esta variedad de la lana ha sufrido las operaciones que quedan descritas anteriormente, pasa á la operación del *peinado* para que las fibras se coloquen paralelas unas á otras.

Para el peinado á mano se hace uso de peines metálicos con tres ó cuatro séries de puas de diferente tamaño, colocadas en líneas paralelas, con un espacio de seis milímetros de una línea á otra. Los mangos de estos peines ó rastrillos son huecos y de fundición lo mismo que las puas, y por su interior circula agua caliente para que su calor se comuniqué á las fibras. Este procedimiento es de resultados medianos y consume tanto tiempo, que ha sido casi abandonado, empleando otro fundado en el uso de las peñadoras mecánicas.

La inventada por Collier tiene como órganos esenciales dos grandes ruedas de fundición, cuyas pinas huecas están unidas al eje por medio de seis radios, huecos también, con objeto de que por su interior circule una corriente de vapor de agua. En una de las superficies de cada rueda hay un peine circular formado por dos líneas de puas de acero. Las dos ruedas giran una delante de la otra en planos distintos que se cortan en forma de X, cuya disposición permite que al ponerlas en contacto, las puas de una rueda se emboten entre las de la otra; y dándose y quitándose la lana enderecen poco á poco sus fibras. Las ruedas tienen un movimiento de traslación sobre los montantes, lo cual hace que puedan alejarse ó ser acercadas á voluntad. La operación empieza calentando las ruedas, después se llenan de lana, se las acerca y sujeta á un rápido movimiento de rotación, con lo que el peinado se verifica. Ultimamente se les separa y la lana se pone en contacto con unos cilindros, entre los cuales es recogida.

Las lanas peinadas después de ser entregadas á una tela sin fin, sufren las operaciones del *empalmado*, *estirado* y *doblado*, practicadas con igual objeto y en aparatos parecidos á los del algodón, pero dotando siempre á las máquinas de unos rodillos armados de puas

muy finas, cuya misión es acompañar las fibras de un par de cilindros á otro, manteniendo siempre el paralelismo entre los filamentos, y evitando que se retuerzan sobre sí mismos.

Las mechas pasan á la operación del *desgrasado*, para separar de ellas la materia grasa de que fueron impregnadas antes del peinado. Para esto las cintas pasan por una disolución de jabón, y luego entre varios pares de cilindros que las comprimen con mucha fuerza para escurrirlas al mismo tiempo que un ventilador absorbe la humedad que pudieran contener.

La *torcedura* es una operación esencial que tiene por objeto enderezar casi por completo las fibras de lana y comunicarlas cierto brillo y suavidad. Para llevarla á cabo se cortan las cintas en pedazos y se sujetan éstos por uno de sus extremos al eje de una rueda que puede dar más de mil vueltas por minuto; el obrero conserva la parte media de las cintas entre las manos hasta que ese torcido enérgico la haya transformado en una especie de bastón duro. Se introducen éstos en cubas cerradas calentadas con vapor de agua, á 40°, y despues de humedecidas se destuercen y secan.

Las mechas cortadas despues de sufrir la torcedura

se empalman de nuevo, constituyendo esta operación el *desfieltrado*.

IV. *Lana corta*.—Esta variedad, después de sufrir los tratamientos comunes á todas las lanas, pasa á las *cardas*, que son parecidas á las del algodón, es decir, un gran tambor armado de cintas con puas y varios cilindros de diferentes tamaños denominados limpiadores, trabajadores y erizos, cuyas acciones y movimientos combinados enderezan las fibras y las disponen en sentido paralelo.

Pasan despues á las máquinas de empalmar y doblar, pero sin sufrir el desgrasado hasta despues del tegido.

V. *Hilado de la lana*.—Se practica en máquinas análogas á las descritas en el algodón, pero como la lana de carda es de mechas cortas que no pueden estirarse mucho por temor á que se deshagan, solo pasan por entre dos pares de rodillos en vez de hacerlo entre tres pares de cilindros estiradores, como sucede con la lana larga. El primer método es el llamado *hilado en grueso*, y el segundo *hilado en fino*. En este último, para que el hilo se adelgace, mientras el carro retrocede de la parte fija de la máquina, cesan los ci-

lindros de facilitar mecha, y por consiguiente el estirado depende del movimiento del carro; y el de los husos es tal que mientras la mecha se estira giran aquéllos de modo que la destuerzan, y cuando está suficientemente estirado la vuelven á torcer, dándoles más vueltas si se destina á urdimbreque ó trama.

VI. Se llama *seda* á la fibra textil, fina y lustrosa que produce el gusano de seda, género *bombyx mori*, familia de los *lepidópteros*.

Orestando de las operaciones y cuidados que requiere la cría del gusano, solo nos ocuparemos aquí ligeramente de los caracteres que presenta la materia textil, y de su preparación para el tejido.

Vista la seda al microscopio, se presenta afectando la forma de tubos ligeramente aplastados y transparentes, cuyas superficies presentan frecuentemente algunas irregularidades. Estos tubos no están retorcidos ni tienen nudos. Por lo general, el hilo producido en cada capullo tiene 150 miligramos de peso y de 230 á 900 metros de longitud, con un grueso aproximado de 13 milésimas de milímetro.

Cada tubo puede considerarse formado de tres concéntricos; el interior compuesto de una sustancia lla-

mada *fibroina*, parecida á la fibrina de la sangre, y en cuya formación entran carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno; las otras dos capas son mezclas de gelatina, albumina, cera, grasas y materias resinosas y colorantes, diferenciándose entre sí, en que la capa exterior se disuelve en agua caliente, y la interior en los álcalis.

VII. *Operaciones que se practican con la seda.*—

Cuando se ha obtenido el capullo, se procede al *hila-do*; operación compuesta de otras tres, que son el *es-purgo*, *cruzamiento* y *devanado*.

El espurgo de los capullos consiste en reblandecerlos en agua caliente para disolver la capa gomosa que mantiene soldados los hilos; batirlos fuertemente para que se separe la hebra que cubre al capullo; recoger los cabos y reunirlos para formar el hilo.

El cruzamiento se practica para soldar las hebras unas con otras, merced á la goma humedecida que los recubre, y formar un hilo regular. (1)

El devanado sirve para arrollar el hilo de tal manera sobre la devanadera que las vueltas no se sobre-

(1) *Esta operación es necesaria, porque el hilo producido por cada gusano es ligeramente cónico, en tal proporción que el cabo recogido en la superficie es cuatro veces más grueso que el otro cabo. Esto indica la necesidad de escalonarlos para obtener hilos de diámetro uniforme.*

pongan ni se toquen mas que de tarde en tarde para dar lugar á que se sequen y no se adhieran las hebras.

Todas estas operaciones se llevan á efecto por medio del aparato llamado *torno*. En él existe la *perola*, que es una pequeña caldera de cobre estañado, que contiene agua caliente, y en la cual se sumergen los capullos para el espurgo batiéndolas con una escobilla.

Cuando se ha separado la borra ó hebras se reunen éstas en el número que sea necesario para formar el hilo, y se pasa por la *hiler*a que es una lámina metálica con dos anillos de vidrio ó ágata, por cada uno de los cuales pasa un hilo comprimiéndose para no dar paso á cuerpos extraños. Estos dos hilos se cruzan en la garganta de una polea y pasan á un aparato llamado *vaiven*, compuesto de una lámina con dos agujeros. Esta lámina se mueve por medio de una palanca alternativamente de derecha á izquierda, con lo que se consigue que los hilos vayan arrollándose de un modo regular á una gran devanadera exagonal. Para evitar que los hilos se suelden se dispone entre el cruzador y el vaiven un aparato compuesto de dos cilindros de vidrio, colocados á tal distancia que no permiten el paso de dos hilos. Cuando éstos se sueldan y ván á pasar, la operación se detiene por sí sola y se arregla el hilo.



Obtenidos los hilos como queda dicho, se procede al *torcido*, para dar mas consistencia á la seda y á los tejidos que con ella se elaboren. Empiézase por encajretar, devanando á mano ó con devanadera los hilos procedentes del torno, disponiéndolos en bobina, y frotándolos antes para que pierdan las asperezas. Luego se reunen los hilos que proceden de varias de estas bobinas y se hacen pasar por una guía comun y se reunen sobre otro carrete de mayor tamaño. Este se coloca despues en un aparato que le imprime un movimiento rápido de rotación, lo cual hace que el hilo que procede del carrete y se dirige á nuevas devanaderas, quede torcido.

La seda obtenida despues de esta operación, se llama seda *cruda*, pero se la trasforma en seda *lana* por medio de la operación del *cocido*, tratando los hilos por disoluciones alcalinas débiles, que hacen desaparecer la capa gomosa de que ya hemos hablado.

VIII. *Cachemira*.—Es el pelo de unas cabras procedentes del Tibet, al pié de los Urales. Su nombre no es apropiado.

El carácter más notable de esta fibra es su flexibilidad y suavidad. Al microscopio aparece en forma de hilos perfectamente cilíndricos con algunas asperezas

en la superficie y tendencia á doblarse formando espiral. Las fibras son cortas y se presentan de dos colores: blanco puro ó gris rojizo y amarillento. Tienen poca suarda, pero sí muchos cuerpos extraños que dificultan el peinado.

Es una materia de mucho precio que se utiliza en tejidos de lujo.

Cabra de Angora.—El pelo de este animal es muy blanco y largo y se parece al anterior, aun cuando no es tan bueno, Se recoge esquilando los animales y se vende sucio ó lavado. Procede de Smirna y Constantinopla y se utiliza para tejidos que se parecen á los de seda.

Alpaca.— Es el pelo procedente de algunos animales que viven en América Meridional y pertenecen á la familia de los camellos, distinguiéndose de éstos en que no tienen joroba y son más pequeños.

La alpaca se mezcla fácilmente con la seda, lana y algodón para confeccionar tejidos lisos ó telas de pelo largo.

Otras variedades de la alpaca, son el *lama*, la *vicuña* y el *pelo de camello* procedente de animales de la misma familia, y se utilizan segun sus clases para fabricar tejidos lisos, terciopelo de Utrech y astracanes.

XVII

RECONOCIMIENTO

DE LAS FIBRAS TEXTILES

SUMARIO.—I.—Medios de reconocimiento.—II.—Procedimientos mecánicos.—III.—Procedimiento químico.

I. Es de suma importancia poder distinguir por medios simples las fibras textiles unas de otras, sobre todo hoy que se fabrican gran número de tejidos mezclados de algodón, con el aspecto de telas de lana ó seda.

La distinción ó reconocimiento de las fibras puede hacerse por los métodos mecánicos y por los químicos que vamos á reseñar á continuación, concretandonos á los hilos fabricados con las fibras textiles de más uso.

II. *Procedimientos mecánicos.*— Primeramente

se observan las fibras al microscopio, y aparecerán con los caracteres que ya hemos dicho al tratar de algunas de ellas. Para mayor seguridad en el reconocimiento los repetiremos ampliados.

El algodón aparece como un cilindro mas ó menos aplastado, membranoso, de poco espesor, con dos bordes paralelos en toda su longitud, y ondulado.

El lino es cilíndrico de diámetro uniforme, con un canal en el centro y con nudos de trecho en trecho. No se presenta tan ondulado como el anterior.

El cáñamo es tambien sensiblemente cilíndrico, liso y mas grueso que el lino. Está tambien cortado por nudos, pero éstos están provistos de pequeños filamentos. La médula es mas ancha que la del lino.

La lana está formada por un tubo cilíndrico de superficie rugosa, recubierta de escamas con apéndices vueltos hácia el exterior. Todos estos tubos ván adelgazándose hácia el extremo, afectando una forma cónica, con un canal medular en el centro.

La seda aparece en forma de hilos ó tubos ligeramente cónicos, brillantes y sin médula ni apariencia celular.

Prescindimos del aspecto que al microscopio presentan las demás fibras por no haber entrado de lleno en su estudio.

Para hacer un reconocimiento por medios físicos ó mecánicos de las fibras textiles, bien aisladas ó bien tejidas en forma de telas, puede acudirse á un sinnúmero de condiciones, difíciles de explicar por variar notablemente en cada caso con la naturaleza de la fibra, su procedimiento de hilado, el origen del filamento, etc., etc. Tales datos son por ejemplo. la ondulación de la lana según las razas del ganado, su peso, la longitud de las fibras, su fuerza de tenacidad, y multitud de circunstancias mas, que en caso de reconocimientos pueden verse explicadas en cuantas obras traten de hilados y tejidos.

Uno de los caracteres que mas recomiendan la bondad de la fibra en su resistencia á la tracción, apreciada en el *troso dinamómetro*. En este aparato, el filamento se tiende entre dos ganchos á los cuales se sujetan las extremidades del hilo, y estos ganchos van separándose por virtud del movimiento que les imprime un tornillo sin fin. En el momento de romperse la fibra por la tracción ejercida en la separación de dichos ganchos, uno de estos puestos en comunicación con la arja de un cuadrante hace que esta marque en la esfera la fuerza de kilogramos.

Otro carácter físico es la determinación al micros-

copio del diámetro de la fibra, con lición que puede apreciarse por los procedimientos de la micrografía.

La coloración que los hilos toman en la platina cuando se les moja con algún reactivo, es un caracter de resultados muy seguros, pero prescindimos de su descripción por ser muy prolijo, y poderse acudir en caso necesario á las obras que tratan de este punto.

III. *Procedimiento químico.*—Se distinguen las fibras textiles de origen animal de las de origen vegetal, en que calentándolas en un tubo de ensayo, las primeras dán vapores amoniacales cuyo olor es muy sensible y cuyo producto tiene propiedades básicas, mientras que las segundas dán productos ácidos que enrojecen el papel azul de tornasol.

Se distinguen tambien por la combustión. Los hilos animales desprenden al arder un olor desagradable á materia córnea, y se apagan en el momento que se los separa de la llama, dejando una masa carbonosa inflada. Los hilos vegetales no desprenden ese olor desagradable, continúan ardiendo aun despues de separados de la llama y dejan solamente unas cenizas ligeras.

Una disolución de potasa caústica ataca y disuel-

ve las fibras animales á la temperatura de ebullición, y carece de acción alguna sobre los hilos vegetales.

El ácido nítrico diluido tiñe en amarillo las fibras animales y no colora las vegetales, produciendo los mismos efectos la disolución de ácido pícrico.

El nitrato de mercurio á la temperatura de ebullición colorea en rojo intenso las fibras de origen animal, y el sulfuro de potasio cambia esta coloración en negra. Ninguno de estos cambios son sufridos por los hilos vegetales.

Por el contrario, el bicloruro de estaño colorea en negro á la temperatura de ebullición las fibras vegetales y carece de acción sobre las animales.

La aplicación de estos reactivos debe hacerse sobre fibras blancas, mientras que el calor y la combustión pueden aplicarse lo mismo á éstas que á las teñidas.

Para distinguir las fibras animales entre sí, se usan varios procedimientos y entre ellos está el del plumbato de sosa. Esta sal se obtiene haciendo una disolución en caliente de acetato neutro de plomo y vertiendo sobre ella tanto álcali como sea necesario para disolver un precipitado rojo que se forma en el primer momento de la adición. La sal resultante que es el plumbato de sosa comunica á la lana y pelos una

coloración oscura á la temperatura de ebullición, en tanto que la seda ó se blanquea ó queda con el color que tenía antes de la operación.

El cloruro de zinc sirve también para este ensayo. En una disolución de dicho cuerpo á 60° Beaumé, la seda se disuelve á los pocos momentos de su inmersión, mientras que la lana no es atacada. Debe tenerse cuidado de no concentrar demasiado el reactivo porque su acción dependerá entonces de la elevación de temperatura del líquido y para evitar esto se añade poco á poco agua para sustituir á la que se evapora.

El pelo de cabra también se distingue de los demás pelos y de la lana, en que se disuelve completamente cuando se le hace digerir durante diez ó doce minutos en una mezcla compuesta de volúmenes iguales de ácidos sulfúrico y nítrico concentrados. La lana y pelos en estas condiciones amarillean ó se ponen morenos.

Para distinguir las fibras vegetales entre sí, los reactivos químicos son por lo general insuficientes en razón á la composición casi idéntica de los hilos. Sin embargo diremos cuales son los procedimientos más recomendados.

Los hilos de algodón sumergidos durante un minuto en el ácido sulfúrico concentrado desaparecen

completamente en tanto que los del lino y cañámo, como más resistentes solo son adelgazados.

Más seguro es el ensayo por medio de la fuchina. En una disolución alcohólica de este cuerpo se sumerge el tejido durante algunos momentos, lavándose después en una disolución amoniacal; en estas condiciones el algodón se decolora, y el lino y cañámo conservan el color de la fuchina.

El ensayo por medio del aceite dá resultado con los tejidos que no han sufrido la operación del tinte. La tela introducida en aceite de oliva, se saca y comprime entre dos hojas de papel. Después de seco, el lino y cañámo quedan transparentes y el algodón opaco. Si el tejido es mixto toma un aspecto estriado á causa de los hilos transparentes y opacos que le forman.

El ensayo de Zimmermann permite distinguir la presencia del algodón en un tejido, introduciendo este durante algunos minutos en una mezcla fría de ácido sulfúrico concentrado y nitrato potásico. Después de extraído se lava y seca, y es nuevamente tratado por el alcohol. El algodón se disuelve completamente quedando sin alteración el lino y cañámo.

En cuanto á los procedimientos químicos recomendados para distinguir el lino del cañámo, son muy nu-

merosos, pero no los explicamos porque todos adolecen del defecto de ser muy inciertos, dada la gran analogía que existe en la composición química de ambas fibras. El mejor método es atenerse á sus caracteres físicos.

TEJIDOS

SUMARIO.—I.—Tejidos.—II.— Su clasificación.—III.— Operaciones preparatorias del tejido; devanado.—IV.—Urdido.—V.—Encolado.—VI.—Telar común.—VII.—Telar mecánico.—VIII.—Preparación del telar.—IX.—Paños.—X.—Operaciones subsiguientes al tejido de los paños.

I. Un *tejido*, sea cual fuere su naturaleza, es un cuerpo flexible y elástico formado por el cruce regular de hilos sometidos á cierta tensión, y cuya superposición determina el espesor de la tela.

La unión de hilos en casi todos los tejidos se efectúa por lo común, cruzando dos series de aquéllos en sentido perpendicular. Los de la primera son longitudinales, aislados unos de otros y tendidos paralelamente en un mismo plano. Los hilos de la segunda serie entrelazan á los primeros transversalmente, pu-

diendo considerarse como un solo hilo que doblándose sobre sí mismo cubre los espacios vacíos que dejan en el sentido de la longitud los de la primera serie.

Los hilos del sistema longitudinal forman la *urdimbre* y los trasversales la *trama*.

II. Es imposible reducir á una clasificación las diferentes variedades de tejidos que se confeccionan con los telares modernos, pues si bien todos pueden ser comprendidos en dos grandes grupos, que son los *lisos* y los *labrados*, al querer subdividirlos se presentan dificultades muy grandes. Por eso admitimos la clasificación mas corriente fundada en los sistemas de enlace de los hilos, sin que por eso digamos que es la más completa.

Segun dicho enlace, se admiten los grupos siguientes: (1)

1.º *Tela* propiamente dicha, formada por el cruce en ángulo recto de la trama con la urdimbre, formando siempre líneas rectas sin dejar hueco alguno.

2.º *Gasa*, formada por cruce de hilos alternativamente curvilíneos y rectilíneos, dejando entre sí espacios vacíos.

(1) *Sitges*.—«Tecnología popular»

3.º *Punto*, constituidos por un solo hilo sin tensión sensible y arrollado sobre sí mismo formando bucles.

4.º *Tul*, compuesto de dos ó más sistemas de hilos fijos entre sí por torsiones en sentido longitudinal y cruzamientos trasversales que determinan la formación de mallas ó espacios poligonales.

Y 5.º *Red*, formada por dos sistemas de hilos que se cruzan en ángulo y cuyos vértices se mantienen unidos por medio de nudos que forman los mismos hilos.

La primera clase, que es la más empleada, comprende varios géneros, de los cuales los mas importantes son los siguientes:

1.º La *tela* formada por una sola trama y una sola urdimbre, que se enlazan regularmente formando efectos sencillos y que comprende tres clases ó ligamentos fundamentales, llamados *tafetán*, *sarga* y *raso*. En el primero la urdimbre se divide en porciones de uno ó más hilos y cada pasada de la trama deja alternativamente encima y debajo á una de las porciones, correspondiendo á esta clase las batistas, holandas, madapolanes, muselinas, percales, paño, etc. En el segundo la urdimbre se divide en tres series y la trama pasa primero sobre la primera dejando debajo las otras

dos, después sobre la segunda y por último sobre la tercera dejando siempre debajo las dos restantes. Pertenecen á este género los muletones, merinos, driles, etc. Y en la tercera la urdimbre se divide en cinco porciones pasando la trama por debajo de la primera y encima de las demás, luego por debajo de la tercera en igual forma, luego por debajo de la quinta, sucesivamente por debajo de la segunda y cuarta dejando siempre encima las restantes. A este género corresponde los rasos de seda, reps de algodón, etc.

2.º Las *telas labradas*, que son las que apesar de no estar formadas mas que por una sola trama y una sola urdimbre, el enlace de sus hilos reproduce dibujos sencillos ó complicados.

3.º Las telas formadas por dos urdimbres sobrepuestas y una sola trama; una de las urdimbres forma el fondo del tejido y la otra sobresale en su superficie formando bucles ó un pelo suave mas ó menos largo, como ocurre en el *terciopelo*.

Y 4.º Las telas formadas de dos ó mas tramas y una sola urdimbre; una de las tramas forma el cuerpo del tejido, y las otras aparecen á intervalos en la superficie de la tela para formar dibujos. Pertenecen á este género las llamadas telas labradas, brochadas, pañanas, terciopelos de Utrech, etc.

III. Entre las principales operaciones que exigen los tejidos, se pueden distinguir, las preliminares que constituyen la preparación de la urdimbre, y las del tejido propiamente dicho.

Las primeras comprenden, el *devanado*, *urdido* y *encolado*. Su objeto es disponer los hilos en sentido paralelo, con tensión uniforme y darles la solidez necesaria al mismo tiempo que se les arrolla ó plega del modo más cómodo para el tejido.

Devanado.—Recibidos los hilos en bobinas ó carretes tronco-cónicos, es necesario arrojarlos en otros cilíndricos, con objeto de facilitar la operación de urdir, pues de otro modo, sometidas las fibras á tensiones desiguales no podían quebrarse en los puntos mas debiles y resultaría un tejido de poca resistencia ó se entorpecería la operación en los telares.

La devanadora automática se compone de un soporte solidamente sujeto al suelo, y en su parte superior un cilindro que gira sobre su eje por un sistema cualquiera de transmisión. Los carretes recibidos de las hilanderías se colocan en vástagos debajo del cilindro y los hilos se tienden desde estos carretes á otros colocados sobre el arbol y que reciben de éste un movimiento rotatorio uniforme, pero antes de arrollarse pasan por debajo de unas canillas horizontales que

hacen las veces de frenos y concurren á dar tensión á los hilos. Esta misma tensión hace que se rompan los que presenten algún defecto. El hilo va arrollándose á los carretes dirigido por una guía que tienen movimiento de traslación para que el devanado sea por igual en la superficie de las bobinas.

IV. *Urdido*.—Esta operación tiene por objeto reunir un cierto número de hilos con igual longitud y tensión para arrollarlos sobre un plegador ó enjullo. Puede verificarse á mano ó con la ayuda de urdidoras mecánicas.

A mano se practica con un torno ó molino, compuesto de un árbol vertical, que puede girar sobre su eje, y que por medio de unos travesaños se une á varias aletas igualmente verticales. Los carretes se disponen sobre una mesa llamada *cántara* y los hilos de cada uno, después de pasar por entre las puas de un peine que el obrero sostiene, ván arrollándose en espiral al rededor del torno, mientras que el operario eleva ó baja el peine. Cuando se ha llegado al límite del tambor, se cruzan los hilos en una clavija y la operación continúa en sentido opuesto, repitiéndose tantas veces como fuere necesario.

Las imperfecciones que pueden resultar con el ur-

dido á mano, son difíciles de evitar, y por eso la operación se verifica casi siempre en la urdidura mecánica. Este aparato va arrollando los hilos sobre el plegador en porciones iguales, separadas por discos circulares de un diámetro mayor que el del cilindro central. Este está provisto en su centro de un contador que registra y deja marcadas las rotaciones llevadas á efecto. Colocados los carretes en bancos ó cántaras de grandes dimensiones, van desarrollándose los hilos cuya tensión se halla sometida á dos causas que se compensan; á medida que un carrete se vá desarrollando, su movimiento es mas ligero y se disminuye el frotamiento; pero éste se halla equilibrado con el mayor número de vueltas que es preciso que dé para facilitar igual longitud de hilo, por la disminucion de su diámetro.

Los hilos de las bobinas se desarrollan por consecuencia del movimiento de rotación del plegador, pero antes de llegar á éste pasan por entre las puas de dos peines que los separan. Entre estos dos peines se hallan colocados tres rodillos por entre los cuales pasan los hilos. Si alguno de éstos se rompiese antes de arrollarse en el plegador, el aparato suspende su funcionamiento por virtud de unas guías de hierro colocadas antes del enjullo y mantenidas en posición vertical por la tensión de los hilos; roto uno de éstos, la guía

correspondiente se dobla sobre su charnela é inclinándose sobre el plegador encaja en una entalla y detiene el movimiento.

V. *Encolado*.—Su objeto es dar á los hilos de la urdimbre la solidez necesaria para resistir los golpes de la caja del telar y atenuar los inconvenientes de su rozamiento con los lizos. Se practica impregnando los hilos de una materia glutinosa, usándose siempre la gelatina ó un engrudo que siendo soluble en el agua permita ser eliminado despues con facilidad. Se practica la operación obligando á la urdimbre á sumergirse en una artesa donde se halla el engrudo, valiéndose para ello de unos rodillos directrices y otros de presión. Esta operación, lo mismo que la de urdir, cuando se hacen á mano tienen el inconveniente de llevar consigo la necesidad del plegado sobre el enjullo, operación que no es necesaria cuando las anteriores se hacen mecánicamente. Para plegar despues de encolados los hilos á mano, sehace uso de un tambor de gran diámetro sobre el cual se arrollan á mano y sin gran esmero, los hilos secados ya al aire libre. Las extremidades libres de los hilos de la urdimbre se sujetan á otro cilindro de menor diámetro colocado horizontalmente y en sentido paralelo del primero, y dispuesto de este modo se le imprime

me un movimiento de rotación que arrastra á los hilos forzándoles á arrollarse, no sin ser dirigidos antes por entre las puas de dos peines. De todos modos, aun valiéndose de este aparato resulta una urdimbre con grandes irregularidades en la tensión.

Cuando el devanado y urdido se ha hecho mecánicamente, también el encolado se practica de igual modo; y á este efecto los hilos procedentes del enjullo de la urdidora se sumergen en la artesa de modo análogo al descrito, y á su salida son recogidos por un gran tambor en cuyo interior funciona un ventilador que empieza la desecación. Esta continúa durante la marcha de la urdimbre desde el gran tambor á un nuevo enjullo donde se arrolla y queda dispuesto para otras operaciones, y se aumenta el grado de sequedad por corrientes de aire calentado que obran sobre la masa de hilos.

Cuando las anteriores operaciones están terminadas y los hilos en disposición de poder entrelazarse para formar un tejido, el operario debe cerciorarse de si los telares están en condiciones de funcionar, examinando y ensayando con detenimiento la combinación de todos los órganos de que consta el aparato y la marcha regular del mismo. Esta serie de ensayos ú operación de *armar el telar* es la última de las preparatorias para

el tejido trabajo que se realiza en los aparatos que vamos á describir.

VI. *Telar común.*—Se compone de varios montantes verticales de madera, reunidos por travesaños horizontales y cuantos órganos sean necesarios para dar solidez á esta parte fija del aparato. En uno de los extremos se halla dispuesto en el sentido horizontal de su eje el enjullo ó plegador de la urdimbre, sosteniendo en una de sus extremidades un contrapeso ó freno consistente en una cuerda que sostiene un peso ordinariamente formado por varios discos metálicos cuyo número aumenta ó disminuye á voluntad según la tensión que sea preciso dar á los hilos. El sistema ó serie de estos, que constituyen la urdimbre pasan desde el plegador á un rodillo llamado porta-hilos, y desde éste á las varillas, pasando por entre ellas de tal manera que una quede encima de los hilos pares y otra sobre los impares, quedando así dividida la urdimbre en dos porciones para facilitar las operaciones del tejido.

Perpendicularmente á las direcciones de los hilos se colocan dos travesaños horizontales llamados *lizos*, desde las cuales parten varios hilos que se cruzan con los de la urdimbre, llevando nudos ó cruces particu-

lares. A estos hilos que descienden de los *lizados* se les denomina *mallas*, y á los nudos ó cruces, *mallones*; y cuando los hay de diferentes clases (corredera común, anillo, corredera mayor, etc.), lo mas común es que consistan en un pequeño orificio formado ó bien con la misma malla ó con una pequeña pieza de madera ó metal agujereado, y que en sus extremos sostiene el hilo de la malla.

Una vez que los hilos de la urdimbre han pasado por las varillas que la dividen en dos porciones, cada uno es remetido por un orificio de una malla, de donde se deduce que el número de éstas debe ser igual al de hilos de la urdimbre. Todos los pares, por ejemplo, deben pasar por los anillos de un lizo, y los impares por el de otro, á no ocurrir que el ligamento fuese mas complicado, en cuyo caso la disposición y número de lizados sería diferente. De todos modos, y sea cual fuere el número de éstos, se hallan sujetos en su parte superior á dos pequeñas palancas fijas sobre una polea que les permite un movimiento oscilatorio; y en la inferior á dos pedales ó *cárcolas* que el operario mueve con los pies determinando el ascenso ó descenso de la que convenga, y por consiguiente obligando á la serie correspondiente de hilos á formar con la contraria un ángulo ó *calada*, por entre la cual se mueve

la lanzadera con el hilo de la trama. Repitiendo la formación de este ángulo de tal modo que alternativamente ocupe el plano superior la série de hilos que antes constituía el inferior, el operario auxiliado de la lanzadera vá construyendo el tejido; pero para que éste tenga bastante consistencia es necesario que cada pasada de la trama sea sujeta fuertemente contra el vértice del ángulo, y este resultado se obtiene por medio de una palanca móvil llamada *caja* que oprime al hilo que facilita la lanzadera, obligándole á penetrar en el ángulo en tanto que el freno del plegador mantiene en tensión los hilos de la urdimbre.

La *caja* se compone de una pieza horizontal suspendida por medio de listones verticales á la parte superior del telar, pero con una articulación que le permite el movimiento oscilatorio hacia el plegador. En esta caja está sujeto un peine por entre cuyas puas pasan los hilos de la urdimbre y ante el cual pasa la lanzadera. Después que esta ha verificado una pasada, el obrero situado en la parte del telar opuesta al plegador, tira de la caja hacia sí y oprime la pasada hasta que la caja encuentra limitada su oscilación por un listón ó barrote colocado con este objeto, y de este modo continua la construcción de la tela, que va arrollándose á otro enjule, situado donde el operario to-

ma asiento manteniéndose la tensión del tejido arrollado merced á un encliquetaje de que se halla provisto el plegador de la tela.

VII. Los telares mecánicos están contruidos bajo el mismo principio que los comunes, con la diferencia de que todos sus movimientos son automáticos. El plegador de la urdimbre se halla provisto de un freno análogo al descrito, y los hilos pasando por encima del rodillo porta-hilo, se remiten en las mallas de los lizos de la manera que mas convenga al ligamento. Estos lizos se hallan suspendidos en su parte superior de un cilindro cuyo movimiento limitado permite el alternativo de las mallas en la vertical; y por la parte inferior se sujetan á las extremidades de unas palancas provistas de salientes, y que reciben el movimiento de unas excéntricas fijas al árbol que pone en marcha al total del aparato. Cuando el hilo sale de los mallones pasa por entre el peine fijo á la caja y marcha el tejido hasta el plegador de la tela. Este plegador gira por el movimiento que le comunica una rueda dentada provista de encliquetage para asegurar la tensión. La caja en este aparato se halla articulada en la parte inferior del mismo y recibe el movimiento del árbol general por el intermedio de una

biela. Las mismas excéntricas que mueven las cárcolas, producen periódicamente un golpe por el intermedio de otros órganos poco importantes, á un tope saliente en unas cajas donde se aloja la lanzadera, obligando á ésta á atravesar la calada y volver á su primera posición.

Ya se haga uso del telar común ó del mecánico, la lanzadera es la misma. Consiste en un recipiente, de madera ú otra sustancia, destinado á recibir el hilo de la trama, y que afecta la forma de un largo prisma cuadrangular, con las aristas matadas y terminado por dos conos. Su cavidad interior contiene la canilla ó carrete, en la que se halla devanado el hilo, y se asegura la estabilidad de la bobina introduciendola en un vástago que la lanzadera posee sujeto con un gozne. El hilo devanado en la canilla tiene salida al exterior, por unos orificios practicados en la lanzadera, y el movimiento de ésta obliga á aquél á desarrollarse.

Para producir la infinita variedad de tejidos que produce la industria y las múltiples exigencias de la moda, se han inventado sinnúmero de telares mas complicados que los descritos y con diferentes órganos, segun el tejido que producen, pero esa misma complicación, que es el carácter que distingue á todos los aparatos de esta industria, nos priva de entrar á

describirlos sin disponer de láminas ó modelos que faciliten la explicación. Por eso no hacemos mas que citar el nombre del modelo *Jacquard*, empleado para paños y terciopelos, toda vez que este aparato con varias modificaciones segun el tejido que produzca, es el de uso más frecuente.

VIII. *Preparación del telar.*—En los telares de uso común esta operación consta de otras tres que son: remeter la urdimbre, pasar el peine y aparejar los lizos.

El remeter la urdimbre tiene por objeto hacer pasar cada uno de los hilos de ésta por las mallas correspondientes de los lizos. Puede hacerse de dos maneras principales; ó remeter *seguido*, que consiste en pasar el primer hilo de la urdimbre por la primera malla del primer lizo, el segundo por la primera del segundo, el tercero por la primera del tercero, etc.; y volver á empezar por las segundas mallas del primero, segundo y demás lizos; ó remeter á *retorno*, que es colocar los hilos en la forma indicada, pero al llegar al último lizo, en vez de volver al primero, empezar por el penúltimo y recorrerlos hasta el primero.

El pasar el peine consiste en cojer con un gancho llamado *repasadera* cada hilo ó porción de hilos que

han de atravesar por entre las mismas puas del peine, y arrastrarle hasta el plegador de la tela.

Aparejar los lizos consiste en colocarlos ordenadamente segun la clase de tejido que vá á fabricarse, de modo que se muevan con regularidad y soltura, y que necesiten para moverse el menor número posible de cárcolas.

Dispuesto así el aparato, el operario se sienta delante del telar, apoya el pié sobre una de las cárcolas, lo cual hace bajar un lizo ó una série de lizos y levantar los restantes, consiguiendo con esto que desde los lizos á los plegadores los hilos de la urdimbre se dividan en dos porciones que forman una con otra un ángulo ó *calada*. Entonces el obrero separa de sí la caja y á través de la calada tira la lanzadera de una parte á otra del telar; atrae despues con fuerza la caja para sujetar la pasada, suelta al mismo tiempo la cárcola para apoyar el pié en otra de las libras, y vá repitiendo estos trabajos cuantas veces sea necesario.

Estas mismas operaciones son las que realizan los telares mecánicos, pero producen un tejido mas igual y de elaboración mas rápida, puesto que el movimiento automático de sus órganos está combinado de tal

modo que no se pierde un momento y además producen esfuerzos iguales.

IX. *Paños.*—Si en la fabricación de esta clase de tejidos éntran las lanas que antes no se hubieren sometido á una limpieza esmerada, se procede al *desmote* ó *descadillado*, que consiste en quemar dichas impurezas por medio del ácido clorhídrico, que no altera la fibra de la lana, pero que destruye las materias vegetales, aun cuando muchas veces es preferible hilar la fibra sin desmotarla, haciendo esta operación en la pieza ya tejida.

La lana se tiñe en rama si el paño ha de ser de color, excepto el negro, y despues se procede al hilado en aparatos parecidos á los ya descritos, pasando luego al urdido y tejido de los hilos. Esto último se practica generalmente en telares mecánicos con lizas de malla de alambre galvanizado ó *vagas*.

Despues de tegida la pieza se *esbarra*, operación que consiste en quitar los nudos que proceden de los hilos que se han roto durante el tejido, y se hace el cosido de estos tanto en la trama como en la urdimbre.

Una vez terminadas las anteriores operaciones se procede á la de desgrasar, á cuyo efecto se pasa el

pañó por una máquina desgrasadora donde se le somete á una disolución fria de cristales de sosa á un 50 por 100, y despues de empapada la pieza y de haber estado sumergida durante una ó dos horas, se le somete á la acción de los cilindros de la máquina; se le echa jabón y se concluye la limpieza con agua sola.

Si antes no se hubiese verificado el desmote, se practica despues del desgrasado por medio del procedimiento químico del ácido clorhídrico.

X. *Operaciones subsiguientes al tejido de los paños.*— Estas operaciones son el batanado, sacar el pelo, el tundido y el apresto, pero debiendo advertir qué existen tejidos de lana que no necesitan este género de operaciones, citándose entre otros las franclas y merinos.

El batanado consiste en lavar y golpear el tejido durante algún tiempo y alternativamente. Los dos efectos que se consiguen en esta doble operación son diametralmente opuestos, pues así como el agua ensancha el tejido, los golpes que se suceden de continuo le oprimen. El resultado inmediato es obtener un paño de mas cuerpo, pero bastante mas suave que sale del telar. Claro es que si se dejasen sin batanar concluirían por volverse dóciles á causa del uso y de los

agentes atmosféricos, pero cuando lo lograsen se habrían reducido mucho sus dimensiones con perjuicio de su aplicación.

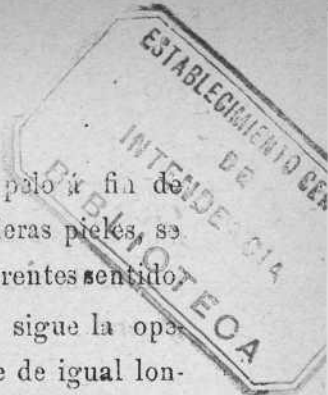
Después del batanado pasan los paños á la segunda operación, que consiste en levantar el pelo de los hilos con que se confeccionó la tela. En este punto existe gran variedad de labores, pues en unos casos se necesita dejar mas sentado el pelo que en otros. Para realizar la labor suele usarse la *cardencha*, que consiste en una serie de puntas de hierro armadas de un mango; estas puntas ó ganchos muy agudos y flexibles deben tener fuerza ^{para levantar el pelo; pero no para} romper los hilos del tejido.

La operación se ejecuta á mano ó á máquina. En el primer caso se emplean unas tablas armadas con cardenchas y en el segundo se utilizan multitud de máquinas cuyo tipo principal consiste en hacer que el paño marche entre dos parejas de cilindros, de los cuales solo dos se mueven para determinar el avance del tejido tendido siempre con cierta tensión merced al otro par de cilindros que retienen al paño. Hacia el centro de éste se sitúa un rodillo armado de cardenchas y con un movimiento de rotación en sentido contrario á la marcha del paño á fin de obtener el resultado que se desea.

Cuando se desea conseguir mucho pelo á fin de imitar con el paño ordinario las verdaderas pieles, se repite la operación varias veces y en diferentes sentidos.

Una vez levantado el pelo del paño sigue la operación de cortarle de manera que quede de igual longitud y lo mas corto posible. Las máquinas inventadas para lograr este resultado son muchas pero todas obedecen á un principio general. La tela marcha conducida por dos pares de cilindros y entre ellos se mueve con gran velocidad un rodillo armado de cuchillos helicoidales y perfectamente afilados que atacando con sus cortes vivos la superficie del paño en toda su anchura, hacen que desaparezca el pelo dejando el tejido de un aspecto mate muy agradable. La cuchilla helicoidal está provista de tornillos por medio de los cuales puede acercarse ó separarse mas ó menos al referido rodillo, teniendo así el tundidor un medio eficaz de regular el efecto de las herramientas sobre el paño.

La cuarta operación á que se someten estos tejidos, como casi todos, es al apresto que reciben para obtener la consistencia necesaria, con lo que además se consigue presentarlos limpios y con los visos propios de una tela unida sin dobleces ni ondulaciones de ninguna especie. Son tantas las máquinas y las sus-



tancias empleadas para el apresto de los paños, que renunciamos á tratar de este asunto, que tiene muchos puntos de contacto con el apresto de los tejidos en general.

XIX

BLANQUEO, COLORACIÓN y apresto de los tejidos

SUMARIO.—I.—Blanqueo de los tejidos.—II.—Lavado.—III.—Decoloración.—IV.—Tinte.—V.—Materias colorantes.—VI.—Preparación de los colores; mordientes.—VII.—Aparatos empleados para teñir.—VIII.—Estampación; materias empleadas.—IX.—Máquinas de estampar.—X.—Fijación de los colores.—XI.—Aprestos; aprestos por presión, por el calor y aprestos húmedos. (1)

I, Las operaciones generales con las cuales se termina la preparación de los tejidos son el blanqueo, la coloración y el apresto. La primera y la última se practican en todos los casos; la segunda nó, puesto que hay muchos tejidos que se venden blancos. El apresto es esencialísimo, no solo para dar realce á las telas, sino tambien para desarrollar en ellas determinadas propiedades.

(1) *Silges*. — *Tecnología popular*.

El blanqueo tiene por objeto separar de las telas todas las sustancias gomosas y resinosas que les dán cierta rigidez, y las colorantes que les comunican un color mas ó menos sucio.

Las operaciones del blanqueo no son las mismas para las telas hechas con filamentos vegetales, que para las obtenidas con fibras de origen animal,

Para el blanqueo de las primeras se dividen las operaciones en dos partes. A la primera se le dá el nombre de *lavado* y á la segunda el de *decoloración*.

II. *Lavado*.— Por medio de esta operación se separan de la tela todas las sustancias gomosas, resinosas y grasientas que forman parte de la fibra textil ó que se han unido á ella en las diferentes operaciones del hilado y tejido.

El lavado de las telas de lino y cáñamo se consigue agitándolas por mas ó menos tiempo, segun su clase y finura, en agua caliente, legiéndolas en una disolución de jabón blando, repitiendo esta operación una ó mas veces segun sea necesario, y por último tratándolas de nuevo por una legía compuesta de una mezcla de cal viva y sal de sosa, despues de lo cual se aclaran en agua limpia y se secan.

Los tejidos de algodón se sujetan: 1.º, á una legía

de cal y un lavado á fondo en agua corriente; 2.º, á una segunda legía de cal y un segundo lavado; 3.º, una inmersión en agua ligeramente acidulada con ácido sulfúrico y un nuevo lavado á fondo, y 4.º, una legía de carbonato de sosa y un último lavado.

Los aparatos en que las telas se legían son de dos clases: unos *intermitentes* y otros *continuos*. En los primeros las telas se apilan en grandes tinas de madera que tienen una llave en la parte inferior. Se vierte por encima la legía caliente, la cual se deja algún tiempo en contacto con el tejido; se la retira por medio de la llave y se la sustituye por otra nueva cantidad, mientras la que ha servido ya vuelve á calentarse para servir de nuevo.

Entre los aparatos continuos figuran principalmente las *cubas de proyección* ó *aparatos de circulación*, que se componen de dos partes; una tina de madera herméticamente tapada, cuyo fondo inferior está formado por una tabla agujereada que reposa sobre una caldera de fundición calentada á fuego directo; en dicha tina se colocan los tejidos. Desde la parte inferior de la caldera sube un ancho tubo, que atravesando el ancho de la tina, llega hasta cerca de su tapa, donde termina en forma de regadera. A medida que la legía se caliente, se produce vapor de agua que se reúne en

a parte superior de la caldera, hasta que llega á adquirir una tensión tal, que obliga á la legía á subir por el tubo y verterse en forma de lluvia sobre las telas, á las cuales atraviesa lentamente para volver á caer en la caldera por el fondo agujereado de la tina, y calentarse de nuevo.

Los aparatos que se emplean para el lavado de las telas no solo tienen por objeto ponerlas en contacto del agua, sino tambien comprimirlas debajo de ella y batirlas fuertemente para que el agua arrastre todas las materias mecánicamente interpuestas entre las fibras. De dichos aparatos los más usados son los *bata-*
nes, los *cilindros* y las *ruedas de lavar*. Los primeros son útiles para las telas gruesas, los últimos para las finas y los segundos para las de grueso mediano.

Compónese un batan de dos montantes fijos colocados uno á cada lado del lavadero. Entre estos montantes hay un árbol alrededor del cual circulan las piezas cosidas de extremo á extremo; al lado de este árbol hay otro que le oprime con objeto de hacer escurrir el agua de las telas, y encima se encuentra una traviesa en la que tienen su punto de apoyo los *bata-*
nes que se levantan á impulso de una barra armada de muescas, que les hace caer con fuerza sobre las te-

las. El choque de estos batanes y la presión del árbol, determinan la pronta limpieza de los tejidos.

La rueda de lavar es un tambor mucho mas ancho que grueso, dividido en cuatro partes iguales por medio de tablas agujereadas que están colocadas perpendicularmente al eje. En una de las caras del tambor hay cuatro aberturas que corresponden á cada departamento, con objeto de introducir en éstos las telas. En medio de la otra cara hay varios agujeritos que permiten la entrada del agua, y junto á la llanta de la rueda, otros que le dán salida. Animada la rueda de un rápido movimiento de rotación, se logra que las telas completamente mojadas sean sacudidas desde una pared á la otra, lo cual determina el lavado.

Los cilindros, dispuestos del mismo modo que los batanes, son más sencillos que éstos, pues solo constan de dos árboles entre los cuales se comprime la ropa, que se introduce entre ellos oblicuamente para que no se desgarre.

III. *Decoloración.*—La decoloración de las telas tiene por objeto dejarlas completamente blancas, ya para expenderlas así al comercio, ya para que tomen con facilidad toda clase de tintes.

La decoloración de los tejidos de lino y cáñamo

se logra por la acción combinada del oxígeno del aire, de la luz y de legías alcalinas; el oxígeno y la luz empiezan la descomposición de las materias colorantes, que dán un aspecto más ó menos desagradable á las telas, y las legías concluyen la descomposición y destruyen por completo los restos de las materias colorantes. Generalmente se dejan las telas en un prado durante dos ó tres días; despues se legían y se lavan. Vuelven á exponerse en el prado cuatro ó cinco días, vuelven á legiarse, se bañan en agua ligeramente acidulada, y por último se lavan con agua clara.

Para decolorar las telas de algodón, se emplea el cloruro de cal disuelto en agua. Se sumergen las telas durante doce ó catorce horas en una disolución fria de dicha sal, que solo contenga una vigésima parte del peso del tejido; despues pasan éstos á un baño al uno ó dos por ciento de ácido sulfúrico ó clorhídrico con objeto de que se descomponga el cloruro dejando al cloro en libertad, y por último se lavan las telas cuidadosamente, se legían con carbonato de sosa y se vuelven á lavar.

El blanqueo de la lana se hace tratando las piezas por el agua hirviendo y quitando despues á mano ó por medio del jabón las manchas que pudieran quedar; se lava de nuevo con carbonato de sosa, y por úl-

rimo con agua tibia. Cuando las piezas han de teñirse de un color oscuro, no hay necesidad de decolorarlas, pero en caso contrario, se procede á esta operación, que toma el nombre de *azufrado*, y que consiste en esponer los tejidos húmedos á la acción del ácido sulfuroso producido por la combustión del azufre. Se practica en cámaras que puedan cerrarse herméticamente y que tengan cinco metros de lado por seis de elevación aproximadamente. Los tejidos se cuelgan en unos listones colocados en la parte superior de la cámara para recibir la acción del gas que se produce en unos barreños dispuestos en el suelo. En la actualidad se usa el ácido sulfuroso disuelto en el agua, cuyo procedimiento parece tener ventajas notables sobre el anterior.

La seda se blanquea por medio de operaciones llamadas desgrasado, desgomado y cocido, realizadas todas con disoluciones de jabon más ó menos concentradas, combinando al mismo tiempo la elevación moderada de temperatura.

IV. *Tinte*.—La coloración de las telas se dá de dos maneras distintas; ó bien se las recubre por ambas caras y uniformemente de materia colorante, ó bien se dá el color á una sola de ellas. En el primer caso la

operación se llama *tinte*, y en la segunda *estampación*.

No siempre se tiñen las fibras textiles despues de tejidas. Lo general es que las fibras vegetales reciban el tinte cuando se hallan trasformadas en telas, que la seda se tiña en madejas, y la lana en copos, pero las manipulaciones son siempre las mismas.

En el tinte hay que considerar cuatro extremos: 1.º, los colores que se pretende aplicar; 2.º, la manera como estos colores se preparan y el tinte que producen; 3.º, los aparatos que se usan para aplicarlos; y 4.º, las manipulaciones para realizar el tinte.

V. *Materias colorantes*.—Son éstas del reino vegetal, muy pocas del reino animal, y últimamente se ha generalizado el uso de los compuestos minerales y de algunos productos químicos obtenidos de los residuos de la destilación de los alquitranes de hulla.

Las sustancias animales mas frecuentemente empleadas son la cochinilla y el kermes que dán colores rojos.

Las vegetales son: para los rojos, la granza ó rubia, orchilla, campeche, brasil y sándalo; para los azules, el añil y tornasol; para los amarillos, la cúrcuma, quercitron y la gualda; para los verdes, la clorofila; y

para los colores oscuros y negros, el cato, agallas, zumaque, etc., etc.

Entre los colores artificiales figuran principalmente los de anilina y sus derivados, los colores del ácido fénico, pícrico, la coralina y el azul de fenilo, los de la naftalina y otros.

VI. *Preparación de los colores.*—Para dar los colores hay que obtenerlos en disolución, para lo cual se emplea la acción del agua, alcohol, ó ácido acético. Lo general es hacer la disolución del color hirviendo en el agua la materia vegetal que lo contiene, reducida á pequeños fragmentos. En otros casos se expone esta materia á la acción del vapor, que disuelve por completo el color y permite obtenerlo en masa sólida, lo cual es preferible porque se aprovecha más cantidad de materia y permite graduar con exactitud la intensidad de los baños de tinte. En otras ocasiones se unen los productos químicos que por doble descomposición pueden producir el color que se trata de obtener, y así sucede que tratando el acetato de plomo por el cromato rojo de potasa, se obtiene el cromato amarillo de plomo.

Muchas veces para teñir no basta emplear las materias colorantes solas, porque algunas de ellas, aun

siendo solubles en el agua no tienen la suficiente afinidad con las fibras textiles para quedar tan adheridas á ellas que los lavados no las separen poco á poco; y para lograr una completa adherencia se usan ciertas sustancias que, teniendo una notable afinidad con la fibra y con la materia colorante, fijan fuertemente ésta sobre aquélla. A estas sustancias se las llama *mordientes*, y sirven como tales los alumbres y todas las sales solubles de alúmina, el cremor tártaro, sulfato de potasa, cloruro de estaño, sulfatos y acetatos de hierro y cobre, pirolignato de plomo, etc., etc.

Los diferentes tintes que pueden obtenerse se dividen en tres clases; colores simples, binarios y compuestos, segun las materias que entran en su composición; y se admiten tambien los colores de *buen tinte* y los *falsos*, segun que resistan ó nó sin deteriorarse la acción combinada del aire, la luz y los lavados.

VII. *Aparatos empleados para teñir.*—Los aparatos que el tintorero emplea son calderas que pueden estar dispuestas de tres maneras distintas. Calentadas á fuego directo, lo cual tiene el inconveniente de que la calefacción es irregular, y que una parte de la materia colorante puede descomponerse ó carbonizarse. Calentadas por medio de un chorro de vapor de agua que

penetra en la caldera, aparato mejor que el anterior pero que ofrece la desventaja de que el baño se debilita poco á poco á consecuencia de la condensación del vapor. Y calderas calentadas por medio del vapor de agua que pasa por el interior de un serpentín; este sistema es el más ventajoso, pues permite mantener el baño á la temperatura necesaria sin debilitarse.

Para introducir las materias textiles dentro del baño, si están transformadas en telas, se usa un torniquete; si están en hilos se tienden las madejas entre dos listones; y por último, si están en copos se hace uso de sacos de punto de malla.

Si la disolución de la materia colorante se aplica sola ó en el caso de usar mordientes que no la precipiten enseguida, pueden mezclarse las dos disoluciones y pasar por la mezcla las fibras que se han de teñir, es decir, en una sola operación; pero cuando la materia colorante es precipitada con rapidez por el mordiente, se pasa la tela primero por la disolución de éste y despues por la de la materia tintórea. En la generalidad de los casos, un solo paso por las disoluciones es suficiente, pero en algunos otros es necesario repetir la inmersión para alcanzar el tono requerido.

A veces el color que se obtiene carece de brillo y es necesario hacerle sufrir el *avivado*, que consiste en

una inmersión en ciertos líquidos, que son generalmente ácidos débiles. Para esta operación y la del amordentado, se usa un aparato llamado *fulard*, que se compone de un plegador en el cual está arrollada la tela, una artesa donde se encuentra el mordiente ó baño ácido, dos cilindros de presión forrados de bayeta, y un segundo plegador. La tela es dirigida dentro del baño por medio de dos rodillos que la mantienen perfectamente tendida; de allí pasan por entre los cilindros de presión que la hacen escurrir y por último se arrolla al plegador.

VIII. *Estampación*.—Se llama así á la operación por medio de la cual las telas se recubren por una de sus caras de uno ó varios colores, formando dibujos generalmente. Como en el tinte deben distinguirse en la estampación igual número de operaciones y con igual ó análogo objeto.

Las materias colorantes y los mordientes son los mismos que los que se emplean en el tinte; pero es de uso muy frecuente en la estampación el acetato de alúmina para colores rojos y rosas, el pirolignito de hierro para negros y violetas, el acetato de cromo para el verde y gris, y las mezclas de acetados para otros colores, explicándose la preferencia de estos géneros

salinos por la gran volatilidad del ácido acético y la poca firmeza de sus sales, lo cual permite separar al ácido con facilidad, dejando solo el óxido á que estaba unido.

Además de los colores y mordientes se emplean las siguientes sustancias. Los *espesantes*, cuyo objeto es dar consistencia á los colores y lograr que no se corran despues de aplicados sobre la superficie de los tejidos, usándose con este objeto las gomas, almidón, dextrina, féculas, etc. Las *reservas*, que son sustancias que tienen la propiedad de destruir los efectos del mordiente ó del color; se llaman *mecánicas* cuando están formadas de cera ú otra materia que no es mojada por el mordiente, *físicas* cuando absorven al mordiente evitando que llegue á ponerse en contacto con la tela, tal como ocurre con la tierra de bataneros y el sulfato de plomo; y *químicas* cuando precipitan ó destruyen la materia colorante ó el mordiente usándose con este objeto el arsenito de potasa ó sulfato de zinc. Los *absorbentes* ó *corroentes* son aquellos cuerpos que tienen la propiedad de disolver en parte ó totalmente el color, ó modificarle una vez estampado, llenando estas condiciones los ácidos cítrico, oxálico y tártrico.

Los colores se preparan del mismo modo que dijimos al tratar del tinte; los mordientes se disuelven en

el agua, y los espesantes se mezclan unas veces al color, otras al mordiente, y en otras se disponen juntas las tres sustancias.

IX. *Máquinas de estampar.*—Las principalmente empleadas son el *molde*, la *lámina*, la *máquina de cilindros*, la *perrotina* y el *telar de superficie*.

El *molde* es una placa de peral ó manzano, madera de grano muy fino, reforzada por otra placa de madera de roble cuyas fibras están dispuestas en sentido vertical á las de la primera, con objeto de que ésta se mantenga completamente lisa. El dibujo está marcado en relieve, teniendo á veces en alguna de sus partes una série de alambres de latón, implantados en la madera para producir las líneas muy delgadas. Para servirse del molde se tiende fuertemente la tela sobre una mesa, se humedece el molde con la materia colorante, y el operario lo aplica con cuidado sobre la tela de modo que coincidan las extremidades de los dibujos sin dejar solución de continuidad.

La *lámina* está construída de la misma manera que el molde, tiene un metro de longitud y el ancho de la tela. Está grabada en hueco y fija sobre la mesa. Se la dá color por medio de un rodillo, se le quita el exceso

por medio de una rasqueta de acero y aplica sobre ella la tela comprimiéndola fuertemente.

La *máquina de cilindros* tiene como elementos principales unos rodillos de cobre del ancho de la tela, de uno ó dos decímetros de diámetro y con el dibujo grabado en hueco. Se hallan montados sobre coginetes y tienen debajo el depósito del color y á veces el mordiente solo, de cuyas materias se impregnan, arrastrando el exceso una rasqueta que roza contra los rodillos. Generalmente estas máquinas tienen cinco ó seis de dichos cilindros, y la tela vá poniéndose en contacto con cada uno de ellos recibiendo una impresión distinta.

La *perrotina* se parece mucho á la máquina de cilindros, solo que en ella los rodillos están reemplazados por láminas metálicas bastante estrechas, que por un movimiento sencillo se cargan de color y lo depositan sobre la tela.

El *telar de superficie*, aparato análogo á los anteriores, tiene los cilindros de madera, recubiertos de clichés metálicos con el dibujo grabado en hueco. Esta máquina tiene la gran ventaja sobre la de cilindros de no ocasionar el enorme gasto de grabar los cilindros de cobre.

La operación de estampar puede hacerse de cuatro maneras; 1.º Uniendo el mordiente, el color y el espesante y depositando la mezcla sobre la tela con uno de los aparatos descritos; 2.º Estampando el mordiente, después de espesado y pasando la tela por un baño de tinte del modo descrito al hablar de esta operación. Si en vez de estampar un solo mordiente se estampan varios sucesivamente, con una misma materia colorante se obtienen colores distintos; 3.º Estampando un mordiente y después una reserva, con lo cual se logra que sobre fondos de color salgan dibujos blancos ó de un color distinto al del fondo; y 4.º Aplicando sobre las telas después de estampadas ó teñidas un absorbente ó correente que también deja blanco el sitio en que se aplica, ó coloreado de distinta manera que el fondo de la tela.

X. *Fijación de los colores.*—Los colores obtenidos por medio de la estampación, se dividen en colores de *aplicación* y colores *al vapor*.

— Llámanse de aplicación á los que después de estampados sobre las telas por uno de los procedimientos que hemos descrito, se lavan y secan para aprestar los tejidos y venderlos; por regla general estos colores son poco sólidos y poco brillantes, y por esta ra-

zón se usan para géneros baratos. Los colores al vapor se estampan mezclados con albumina que les hace adherir fuertemente á las telas por la exposición mas menos prolongada á la acción del vapor de agua. Este agente coagula la albumina, descompone algunos compuestos poco estables á la temperatura de 100°, determina la volatilización de otros no muy fijos y arrastra mecánicamente los compuestos solubles, dando á los colores mucha firmeza para que resistan á los lavados, y una brillantez muy agradable.

La exposición de las telas á la acción del vapor se hace de varias maneras. Unas veces se las arrolla sobre cilindros de madera y se las introduce en una caja donde penetra el vapor; y otras se arrollan sobre un rodillo de cobre cubierto de agujeros en toda su superficie, para que el vapor que penetra en el interior del rodillo atraviese lentamente las capas de tela. Uno de los mejores aparatos para la fijación de los colores al vapor consiste en una caseta ó garita en cuya parte superior hay unos largueros donde se cuelga la tela formando pliegues; en la parte inferior hay un doble fondo consistente en una chapa metálica agujereada en toda su superficie y cubierta con un trozo de paño ó bayeta. Debajo del doble fondo llega un tubo que conduce el vapor y lo deja escapar á través de una placa

doblada en forma de teja y llena de orificios. Esta disposición, lo mismo que el empleo de la bayeta para cubrir el doble fondo, tienen por objeto que el vapor antes de ponerse en contacto con la tela, se desprenda de las gotitas de agua arrastradas mecánicamente, que producirían manchas al depositarse sobre la superficie del tejido y resbalar por él. La exposición al vapor en este aparato dura generalmente de una á dos horas, pero este tiempo varía con frecuencia según los colores que han de fijarse y la naturaleza de la tela.

Después de las diferentes manipulaciones descritas, es necesario secar las telas, para lo cual se emplean diferentes aparatos y procedimientos.

Generalmente para quitar á las telas la mayor parte de su humedad se emplea una *turbina* ó *hidro-extractor* de fuerza centrífuga, de cuyo interior y por virtud de la rotación del aparato, las telas salen ligeramente húmedas, y para concluir de secarlas se emplean tres métodos, que son: el tendido en prados ó garitas, la acción del vapor ó la desecación por caloríferos.

La exposición en los prados se verifica suspendiendo las telas en largueros de madera ó en cuerdas tendidas sobre pies verticales de un metro de altura, bastante apartados para que el aire circule con facili-



dad, pero sin estarlo demasiado para ocupar el menor terreno posible.

La *garita* ó *caseta* tiene algunos metros de altura y en su parte superior hay unos rodillos donde las telas se cuelgan, estando parte de ellas dentro de la *garita* y parte fuera para recibir la acción del aire.

La desecación por medio del vapor se logra haciendo penetrar este agente en unos cilindros huecos de palastro, generalmente en número de cinco, dispuestos tres en un plano y dos en los huecos que quedan en la parte superior de los tres mencionados. La tela está tendida entre dos plegadores y se vé obligada á pasar por entre esta série de cilindros, con lo cual se determina la desecación. Una corriente de aire producida por el tiro de una chimenea, facilita el desprendimiento de la humedad.

Por último, la desecación por medio de caloríferos se verifica suspeniendo las telas del techo de unas cámaras calentadas interiormente por medio de aire caliente, ó de tubos que atraviesan la habitación sin desembocar en ella, y que conducen vapor de agua.

XI. *Aprestos*.—El apresto es la última operación que se hace sufrir á las telas con objeto de hacerlas más agradables á la vista y desarrollar en ellas

determinadas propiedades. Los aprestos pueden dividirse en *secos* y *húmedos*; los primeros se dán por medio del calor ó la presión, y los segundos con baños de ciertas sustancias.

Los aprestos por presión tienen por objeto dar lustre á las telas y se emplean particularmente para los tejidos de seda, de hilo y de algodón, que deben presentarse rígidos.

El principal aparato con el cual se dá este apresto se llama *calandria*, y se compone de dos montantes de fundición que sostienen tres, cinco y á veces siete cilindros dispuestos horizontalmente y con distancias que pueden aumentar ó disminuir á voluntad. De estos cilindros los impares son de hierro y están huecos con objeto de que puedan calentarse por medio del vapor ó introduciendo barrotes ó balas de hierro enrojecidas. Los cilindros restantes tienen el eje de hierro y el resto de su masa es de papel fuertemente comprimido por medio de una prensa hidráulica. La tela pasa por entre estos cilindros y merced á la presión adquiere el lustre requerido.

Algunas veces en el momento de penetrar las telas por entre los cilindros de la calandria se las humedece irregularmente con un poco de agua y por la evaporación de este líquido se producen las ondula-

ciones especiales del *maré*. Este efecto se obtiene también por la compresión de las telas entre dos placas grabadas.

El apresto por el calor tiene por objeto hacer desaparecer de la superficie de los tejidos, por médio de la tostación, la pelusa que se ha levantado en las operaciones anteriores y que produce un aspecto mate desagradable. Se usa para los tejidos de hilo, algodón y lana. Es de fácil aplicación en los tejidos llanos, pero ofrece algunas dificultades en los asargados para tostar con igualdad los filamentos de la parte saliente y los que están hundidos entre los cordoncillos.

La tostación se hace á la *teja* y por el *gás*.

El aparato para tostar á la *teja* consta de dos rodillos, uno donde está plegada la tela antes de empezar la operación, y otro donde se arrolla despues de concluida; y de una *teja* ó placa de fundición doblada en forma semicilíndrica, colocada sobre un hogar y debajo de una chimenea que arrastra los productos de la combustión. La tela pasa rápidamente por encima de la *teja*, y merced á la alta temperatura á que ésta se encuentra, se queman los hilillos que sobresalen en la superficie del tejido y que le dán un aspecto desagradable, sin quemar los hilos constitutivos de la tela misma y por lo tanto sin que se resienta su solidez.

La tostación por medio del gas se practica exponiendo el tejido á una série de mecheros dispuestos en un tubo, en el que penetra gás del alumbrado ó hidrógeno. Por medio de llaves se dá una intensidad mayor ó menor á la llama, según sea la resistencia y naturaleza de la tela.

Los aprestos húmedos se dán particularmente á los tejidos de cáñamo, algodón y algunas veces de seda. Tienen por objeto conservar la suavidad de las telas, dándoles al propio tiempo cuerpo para que aparezcan más tupidas.

Las sustancias generalmente empleadas para los aprestos de los tejidos de lino y algodón, son el almidón, fécula de patata y la dextrina; algunas veces y solo para los tejidos bastos se mezcla el yeso á las anteriores materias. Se hace con ellas un engrudo tanto mas espeso cuanto mas fina sea la tela y se mezcla ordinariamente un poco de azul de Prusia para quitar el efecto del blanco mate.

Para la sedería se emplea casi siempre la goma y veces una sustancia glutinosa de origen animal, como la cola de pescado, que dá aprestos brillantes, aun cuando tienen el inconveniente de enmohecerse con el tiempo.





INDICE

	<i>Páginas.</i>
Preliminares	3

PRIMERA PARTE

Motores y máquinas

I.—Motores	15
II.—Organos de las máquinas	31
III.—Motores de sangre	52
IV.—Motores hidráulicos	56
V.—Motores de vapor	76
VI.—Motores de gas, petróleo y aire caliente	120
VII.—Motores de viento	141
VIII.—Motores eléctricos	150

SEGUNDA PARTE

Industrias

I.—Metalurgia	163
II.—Metalurgia del hierro	174
III.—Metalurgia del estaño y zinc	201
IV.—Metalurgia del plomo y cobre	214
V.—Metalurgia de la plata, oro y mercurio	226
VI.—Telegrafía	239
VII.—Curtidos	274
VIII.—Papel	307
IX.—Vidrios	321
X.—Cerámica	350

	<i>Páginas.</i>
XI.—Vinos	372
XII.—Alcoholes y vinagres	408
XIII.—Cerveza y sidra	427
XIV.—Aceites vegetales	438
XV.—Fibras textiles de origen vegetal	461
XVI.—Fibras textiles de origen animal.	487
XVII.—Reconocimiento de fibras textiles	502
XVIII.—Tejidos	510
XIX.—Blanqueo, coloración y apresto de los tejidos	531



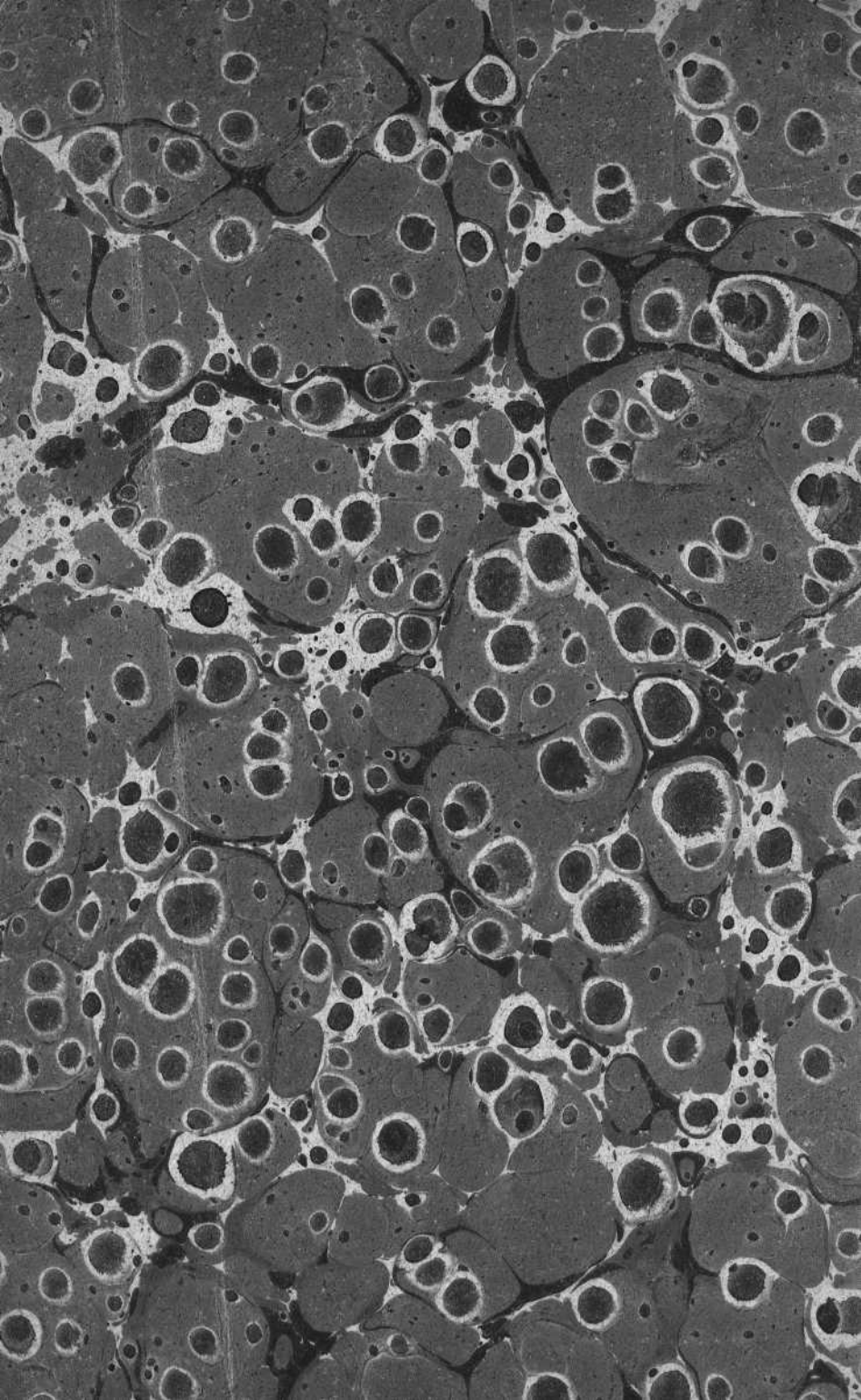
ERRATAS

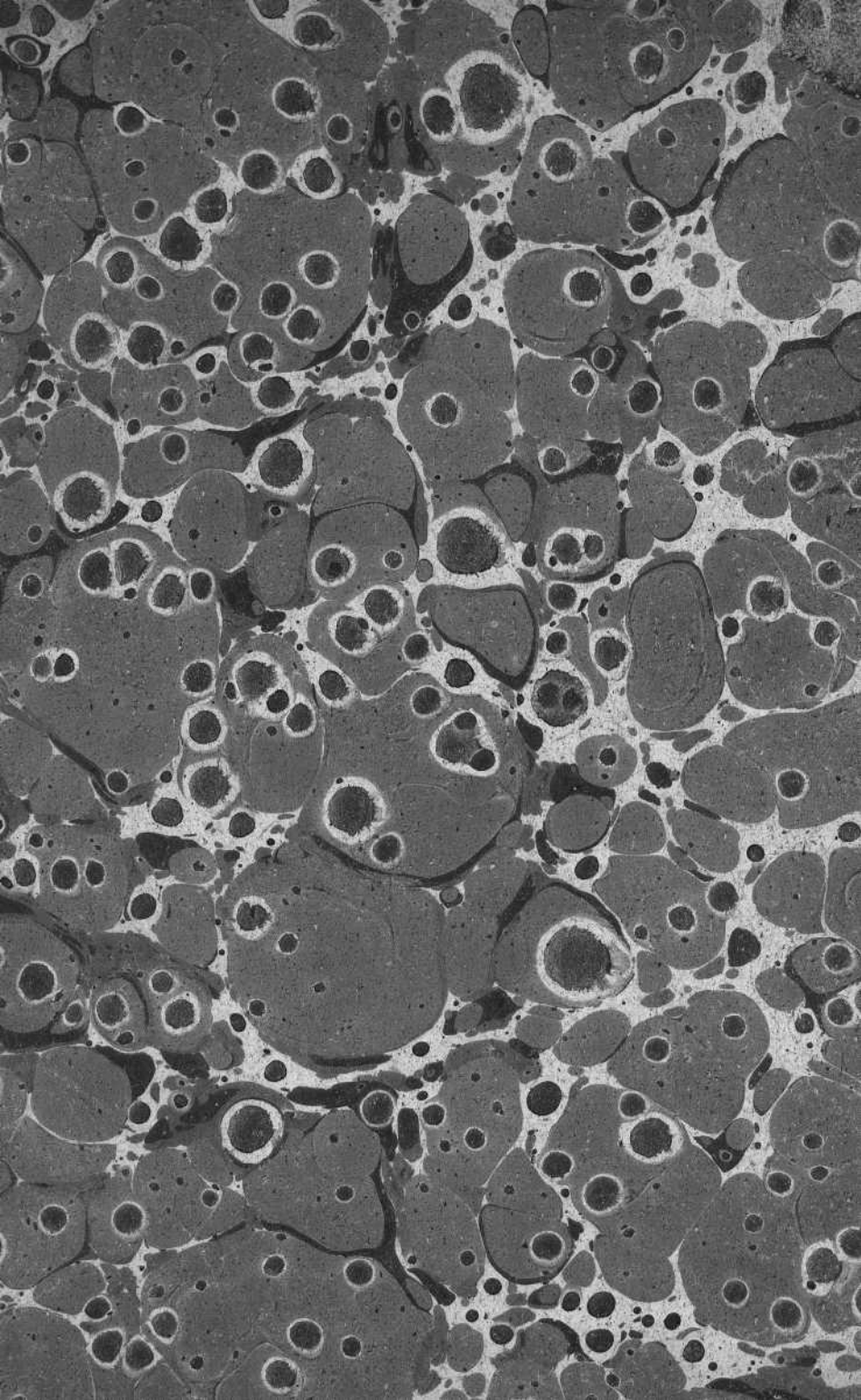
Además de otras que pueden subsanarse fácilmente en la lectura, merecen citarse como de importancia las siguientes:

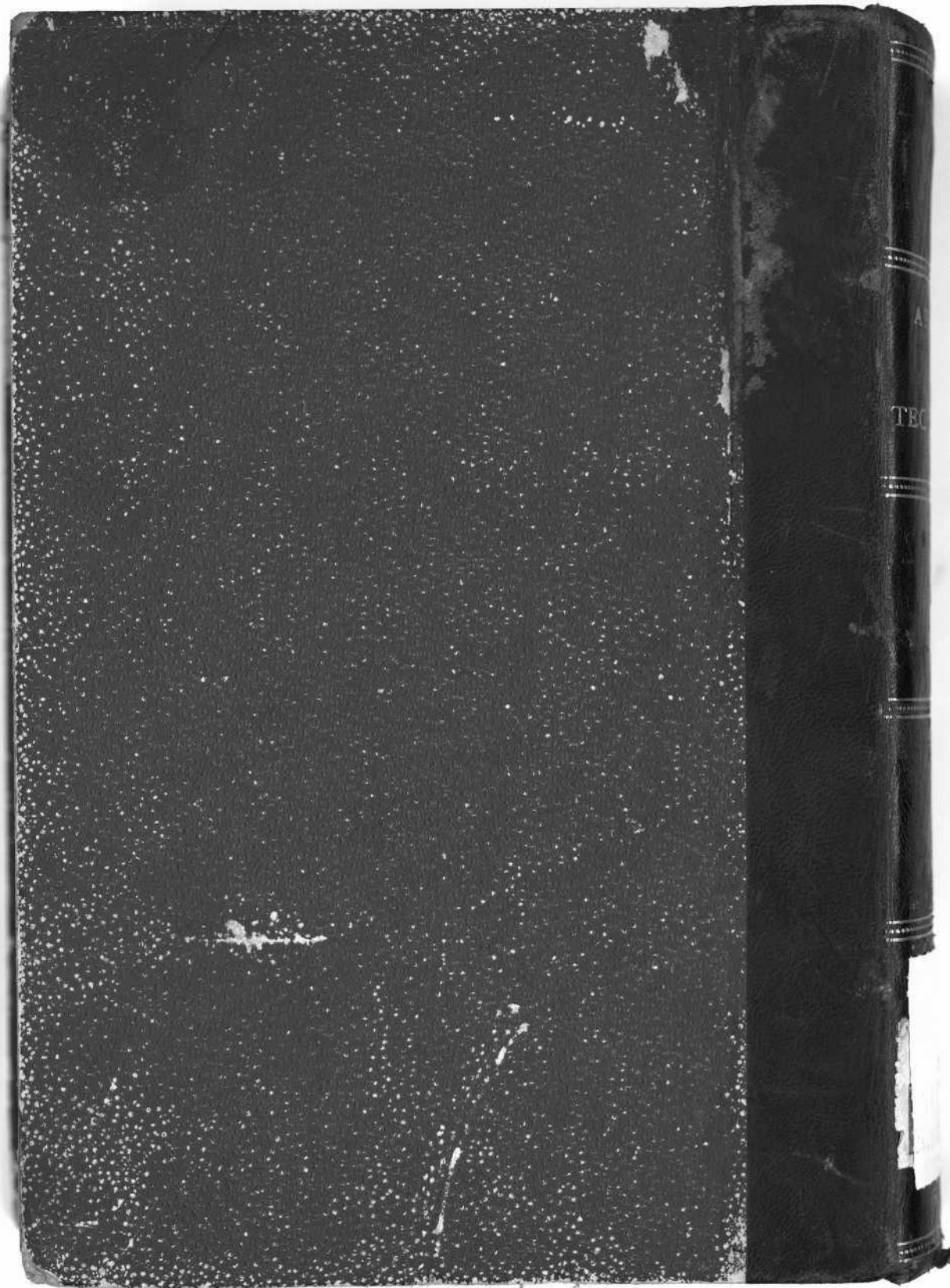
<u>Páginas</u>	<u>Líneas</u>	<u>Dice</u>	<u>Debe decir</u>
393	25	mezcla	mecha
420	23	} eremacauria {	} eremacausia {
421	10 y 11		
528	12	} fuerza para romper los hilos. {	} fuerza para levantar el pelo, pero no para romper los hilos. {



ESTABLECIMIENTO
DE
INTENDE
DIBLIOTECA







APUNTES
DE
TECNOLOGIA

G 31741

R. B. A.