

lucion acuosa concentrada é hirviendo de sulfuro de potasio (K^2S^2): el líquido amarillo que así se consigue, deja el caucho enteramente elástico y no viscoso. La solución en el *aceite etéreo de alquitran ligero*, así como en las porciones del petróleo, del fotógeno y del aceite sidéral que no pueden servir como aceites de lámparas, es conveniente de todo punto para unir pedazos de caucho; si bien los objetos así confeccionados conservan durante mucho tiempo el olor desagradable de tales aceites. Por ello el mejor disolvente es sin disputa el *sulfuro de carbono*, puesto que esta disolución se seca con mucha prontitud y deja el caucho inalterado é inodoro. Si se mezcla con el sulfuro de carbono una pequeña cantidad de alcohol, el líquido no ejerce la acción disolvente sobre el caucho; pero produce en éste una hinchazón y reblandecimiento tales, que en ese caso el caucho puede trabajarse y vulcanizarse con facilidad.

Usos del caucho. El caucho sirve para borrar el lápiz, quitar las manchas del papel para fabricar con él planchas, hilos, cuerdas y tubos; se le emplea también como sucedáneo de la esponja con el nombre de *india-rubber-sponge*, para fabricar tejidos elásticos (tirantes, ligas, lazos, brazaletes de guantes, etc.) y tejidos impermeables, así como almácigas, y para la preparación del caucho vulcanizado y duro ó endurecido.

12. VULCANIZACION DEL CAUCHÚ. Dejando sumergido mucho tiempo caucho en azufre fundido, se produce una especie de cementación, el caucho absorbe el azufre y se transforma en una masa amarillenta en extremo elástica, en *caucho vulcanizado*, que fué descubierto por *Ludersdoff* y *Hancock*, y que en estos últimos tiempos ha sido el objeto de aplicaciones sumamente variadas. El caucho vulcanizado ofrece las siguientes propiedades; conserva su elasticidad y su blandura hasta en una temperatura baja, en tanto que el caucho ordinario se vuelve duro y récio

desde la temperatura de 3 grados; los disolventes ordinarios del caucho no le atacan, y en fin, ofrece gran resistencia á la compresión. El procedimiento antiguamente seguido para la vulcanización del caucho, consiste en sumergir hojas delgadas de caucho en azufre fundido al calor de una temperatura de 120 grados, en el cual se las deja por espacio de 10 á 15 minutos (con lo cual aumenta el peso del caucho de 10 á 15 por ciento); la pasta se amasa fuertemente entre cilindros, y por último vuelve á calentarse á 150 grados. Para evitar la eflorescencia del azufre, que á veces se produce en el caucho vulcanizado con ese método, se ha recomendado vulcanizar el caucho calentado á 100 ó 120 grados amasándole con kermes (sulfuro rojo de antimonio Sb^2S^3) ó con una mezcla de azufre y sulfuro de arsénico. El método generalmente empleado para ello es el de *Parkees*, de Birmingham: siguiendo este método se sumerge el caucho en una mezcla de 40 partes de sulfuro de carbono y 1 parte de cloruro de azufre (ó mejor de bromuro de azufre), y se le suspende enseguida en una cámara calentada á 21 grados, hasta que se haya evaporado todo el sulfuro de carbono. Después se hierve el caucho en un líquido compuesto de 500 gramos de potasa cáustica y 10 litros de agua á fin de eliminar el azufre no combinado químicamente, y se lava hasta que el agua que mana no tenga ya reacción alcalina. Hace algunos años (1870) que se emplea á menudo en las fábricas de caucho en vez del sulfuro de carbono éter de petróleo, que disuelve fácilmente el cloruro de azufre y que ha sido recomendado por *Humphrey*. Desde 1860 *H. Gaultier de Clabry* vulcaniza el caucho con el *cloruro de cal* y el *azufre*. Mezclando el cloruro de cal seco con la flor del azufre, se conoce la reacción que se produce inmediatamente por un olor de cloruro de azufre. Si se mezcla simplemente el cloruro de cal con azufre sin triturar y se emplea en exceso

el azufre, puede vulcanizarse el caucho con el producto. En el caucho vulcanizado de esa manera, que en realidad se funda, como el método anterior, en el empleo del cloruro de azufre, se encuentra cloruro de calcio. No es probable que el procedimiento de *Clabry* se haya aplicado. El método de *Gerard*, de París, consiste en sumergir el caucho que ha de vulcanizarse, 3 ó 5 horas en una solución de pentasulfuro de potasio á 25 ó 30 grados Baumé y á una temperatura de 150 grados (lo cual corresponde á una presión de 5 atmósferas). De ese modo queda el caucho del todo vulcanizado, y después de lavada su superficie es lisa y da al tacto la sensación del terciopelo. Por desgracia ese procedimiento no puede emplearse sino para objetos de poco volumen y espesor; pero no se ha de temer la acidificación del caucho. El caucho vulcanizado conforme al procedimiento de *Gerard* tiene un color negro que no se destiñe como el preparado por inmersión en azufre. Los objetos que han de vulcanizarse se hacen primero con caucho ordinario, porque el caucho vulcanizado no se suelda á sí propio ni puede pegarse con una solución de caucho ordinario. Actualmente se usan para vulcanizar caucho grandes cantidades de *sulfuro de antimonio* preparado por vía húmeda, y el producto así obtenido ostenta un color moreno-rojo. Sirve el caucho vulcanizado para confeccionar vasos impermeables al agua, frascos para conservar el éter, rodillos de imprenta, tubos para conducir el gas, (1) tubos de cliso-bombas, tubos de pipas flexibles, porta-cigarros, coginetes de vagones, bandas de billares, cepillos de dientes y otros, alfombras, juguetes de niños (pelotas de viento, muñecas y animales chillones, globos ligeros), cinturones de natación, almohadas, calzado, etc. Desde algun

(1) Según las investigaciones de *K. Zulkowsky* de Brünn, (1872), el gas de aluminado que se hace pasar por conductos de caucho, pierde parte de su poder iluminador, porque el caucho absorbe los hidrocarburos pesados contenidos en el gas.

tiempo *E. Turpin* (de París) fabrica con el nombre de *pergamino* hojas muy delgadas y estensibles, blancas ó de diversos colores, destinadas á reemplazar el papel glaseado, la piel fina ó el pergamino para cubrir y engalanar los frascos y vasos que contienen perfumes, medicamentos ó productos químicos. Para obtener ese pergamino se incorpora al caucho de París de primera calidad sulfuro blanco de zinc en polvo fino, bermellón, ultramar, verde cromo ó sulfuro de cadmio, y después de reducir á hojas la mezcla se vulcanizan éstas en frío con una disolución de cloruro de azufre en el sulfuro de carbono.

13. CAUCHÚ ENDURECIDO. Lo que desde 1852 se encuentra con el nombre de *caucho endurecido*, es una modificación del caucho vulcanizado descubierta por *Goodyear*, y que se distingue por su color moreno negruzco ó negro, por una dureza ó una elasticidad casi iguales al cuerno y á la ballena. Por eso el caucho endurecido conviene para objetos muy diferentes de los que se hacen con el caucho vulcanizado ordinario, por ejemplo, para elaborar peines de todas clases, puños de paraguas y bastones, bastones, ballenas de paraguas, paletas de corsé (si bien no tienen la elasticidad y rigidez de la ballena), porta-plumas, mangos de cuchillos y corta-plumas; hojas para taracear muebles, estétoscopos, trompetillas acústicas, flautas y otros instrumentos de viento, escuadras y reglas, plumas, piedras de afilar, dientes artificiales, pendientes de orejas, broches, cadenas, medallones, brazaletes, pulseras, botones, etc. Para preparar el caucho endurecido se incorpora simplemente al caucho normal reblandecido por el calor y reducido á pasta 30 á 60 por ciento de azufre de cilindros pulverizado, y luego se somete la mezcla por espacio de 7 ú 8 horas á la acción de vapor de agua á 135 grados. Cuanto mayor es la proporción del azufre incorporado, tanto más notable es la dureza de la masa y tanto menor su elasticidad. El caucho vulcanizado

puede admitir en su sustancia materias estrañas en polvo, que aumentando su dureza cambian á la par su color y permiten elaborar productos más baratos. A las sustancias que aumenta la dureza y la elasticidad del producto pertenecen la gutapercha y la goma laca, y en la segunda clase se agrupan la creta, el polvo de espato pesante, el blanco de barita, el yeso, la magnesia calcinada, la arcilla, las materias colorantes terrosas, el sulfuro de antimonio, el de plomo y el de zinc, el asfalto de alquitran de hulla, etc. La cantidad que de esa sustancia se añade, á veces se eleva hasta el 80 por ciento del peso de la masa. El caucho endurecido es susceptible de adquirir hermoso pulimento, y tiene sobre el asta, máxime para formar peines y objetos análogos; la ventaja de no volverse rugoso como la materia córnea, cuando se le limpia con el agua caliente, amén de que conserva su elasticidad durante un largo uso. El caucho vulcanizado que se mezcla con arena, cuarzo, sílex-pirómico, esmeril, etcétera, se usa desde algunos años para hacer piedras de afilar artificiales, para las hoces y otros instrumentos análogos. Conforme *F. Kohlrausch* (1873), el caucho endurecido es en extremo dilatado bajo la influencia del calor; pues se dilata unas tres veces más que el zinc. El *marfil vegetal* de *E. Turpin* es caucho no vulcanizado pero endurecido con magnesia, y que por tanto no contiene azufre; sirve para fabricar palillos de billar, que se parecen hasta el punto de confundirlos á los palillos de marfil natural, lo mismo por su aspecto exterior que por su homogeneidad y peso específico.

14. PRODUCCION Y CONSUMO DEL CAUCHÚ. La *produccion* del caucho se eleva anualmente á unos 7,500.000 kilogramos distribuidos de esta manera:

Java.	3,500.000 kilógs.
Para.	2,250.000 —
Guatemala, Cartagena de Indias.	1,650.000 —
Venezuela, Nueva Granada, Africa.	100.000 —
	7,500.000 kilógs.

El *consumo* se reparte en los países siguientes:

América del Norte.	2,000.000 kilogramos.
Inglaterra.	1,750.000 —
Francia.	2,000.000 —
Alemania.	1,750.000 —
	7,500.000 kilogramos.

15. GUTAPERCHA. La *gutapercha* ó *goma plástica*, *goma de Sumatra*, *goma getania*, es un jugo lechoso secado que tiene mucha analogia con el caucho y que proviene del *Isonandra gutta*, árbol que crece en las costas del Estrecho de Malaca, en Borneo, en Singapore y en las comarcas cercanas. Para estraer la gutapercha se hacen incisiones en los árboles ó se derriban éstos para quitarles la corteza; el jugo lechoso que mana se recoge en vasijas ó en hojas de banano, en donde se le deja coagular. Los pedazos aislados de la gutapercha se reblandecen en el agua hirviendo y enseguida se reúnen en una masa por medio de la compresion. La gutapercha bruta tal como se encuentra en el comercio, osténtase bajo la forma de una masa seca rojiza y jaspeada, que no deja de tener cierta analogia con retazos de cuero aglomerados. Contiene muchas impurezas, como arena, fragmentos de corteza, una sustancia roja, etc. La gutapercha pura es casi blanca; el color pardo se debe á la presencia de cierta cantidad de apocrenatos de magnesia ó de amoníaco, de un poco de potasa y vestigios de protóxido de manganeso. Es una mezcla de varias resinas oxigenadas que, segun parece, son los productos de la oxidacion de un hidrógeno carbonado de la fórmula $C^{20}H^{60}$. Segun *Payen*, la gutapercha se compone de *gutta pura* ó *gutagamba* (75 á 80 partes), de una resina blanca cristalizable, la *albana* (14 á 16 partes), y de una resina amorfa amarilla, la *fluavila* (4 á 6 partes). La gutapercha purificada se presenta conforme se explica más adelante, con un color moreno, y es opaca en pedazos gruesos á la vez que tras-

parente como el asta cuando está en hojas delgadas. A la temperatura ordinaria es tenaz, recia, poco elástica y menos estensible ó dilatada. Se ha observado que una tira de gutapercha de una pulgada cuadrada de seccion puede cargarse con 1,872 kilogramos antes de romperse. Tiene un peso específico de 0,979. A 50 grados se pone blanda, y á 70 ó 80 puede fácilmente pastarse y modelarse, de suerte que á esa temperatura dos pedazos apretados uno á otro pueden reunirse perfectamente en uno solo. En caliente puede con facilidad reducirse á hojas, estirarse en hilos y mezclarse con el caucho.

16. DISOLVENTES DE LA GUTAPERCHA. La gutapercha es insoluble en el agua, el alcohol, los ácidos diluidos y las soluciones alcalinas; y se disuelve en la esencia de trementina caliente, en el sulfuro de carbono, el aceite etéreo del alquitran de hulla y el aceite de caucho, con los cuales da un líquido espeso. Con el éter y los aceites volátiles la gutapercha se hincha y da una pasta tenaz. En el agua hirviendo, la gutapercha se reblandece, se hincha y se vuelve viscosa y filamentosa á la vez que absorbe cierta cantidad de agua, que no suelta sino muy despacio. En estado seco la gutapercha constituye un excelente cuerpo aislador para la electricidad.

17. APLICACIONES DE LA GUTAPERCHA. En cierto modo la naturaleza misma ha indicado las principales propiedades de la gutapercha, la vía que ha de seguirse para trabajarla y el círculo de sus aplicaciones. Y en efecto, se utiliza la propiedad que tiene la gutapercha de poderse soldar consigo misma en caliente para preparar numerosos objetos que están destinados á servir como de sucedáneos al cuero, carton y papel pastado, madera, metales, etc., en todos aquellos casos en que se trata de fabricar artículos impermeables al agua, inatacables por el alcohol, los álcalis y los ácidos, y que no deben estar sometidos á temperaturas elevadas.

Antes de proceder al trabajo propiamente dicho, se empieza por *purificar* la gutapercha, á cuyo efecto se corta la materia bruta en menudos fragmentos por medio de una máquina, en la cual se echa agua (saturada á veces con carbonato de sodio ó cloruro de tal). Así se separan las sustancias estrañas, tierra, arena, fragmentos de leña y corteza, etcétera, y el agua que cae continuamente impide calentarse al aparato divisor. Déjase por espacio de 24 horas en el agua la sustancia así tratada, durante cuyo tiempo los cuerpos estraños caen en el fondo, en tanto, que la gutapercha purificada sube á la superficie donde se recoge. Despues de ese tratamiento se hierve la sustancia con agua de modo que sus partículas se aglomeren, y cuando aun está caliente, se la pasa entre rodillos laminadores, donde se convierte en hojas que se componen entonces de gutapercha pura. El trabajo se prosigue sin agua, si bien que con el concurso del calor en un aparato propio para amasar. Cuando en ese aparato se ha trasformado la gutapercha en una pasta blanca y homogénea, está á punto de tomar inmediatamente todas las formas que se quieran. Con ella se hacen planchas hasta de tres centímetros de espesor y hojas tan delgadas como el papel. Al efecto se hace pasar entre cilindros de hierro colado huecos y calentados al vapor una masa de gutapercha purificada, absolutamente como si se tratara de fabricar papel. Se fabrican tubos de gutapercha con la masa calentada segun un procedimiento basado en el mismo principio que la fabricacion de los tubos con el plomo ó el barro húmedo, de los macarrones con la pasta de harina, de los lápices con el grafito. Distintos objetos pueden fabricarse modelando con la presion la gutapercha reblandecida en moldes húmedos de madera (por ejemplo, grabados al boj, cuando se trata de obtener clichés), de metal, etcétera, y numerosos artículos pueden hacerse con planchas, de las cuales se corta el obje-

to que se quiere obtener, y que si es necesario se prensa sobre un núcleo ó un modelo. Cuando la gutapercha se ha reblandecido con el calor, puede soldarse consigo misma sin intermision, bastando apretar una con otra las partes que han de pegarse; y cuando no se quieren unir más que ciertas porciones, sólo se tienen que reblandecer los bordes correspondientes por medio de un hierro candente ó de una llama de gas. Trátándose de fijar la gutapercha sobre cuero ó cuerpos análogos, la mejor cola que puede emplearse es una disolucion de gutapercha en benzina.

De los infinitos artículos para cuya elaboracion se ha usado con más ó menos buen éxito la gutapercha, citaremos los siguientes: La inalterabilidad de la gutapercha al aire húmedo, donde el cuero se altera, y su insensibilidad al contacto de los agentes químicos, como los ácidos y los álcalis, la hacen particularmente idónea para fabricar correas de trasmisiones de movimiento, tubos de conduccion de agua, bombas, geringas, guarniciones de émbolos, suelas, etc. En la fabricacion de los instrumentos de cirujia la gutapercha ha dado magníficos resultados; las sondas, las bujías, los catéteres, etcétera, de gutapercha tiene muchas ventajas y por lo tanto se usan mucho. Por medio de moldes del estampado, del embutido, del vaciado etcétera se elaboran con gutapercha, cornisas, molduras, artesonados, ornamentos arquitecturales de toda especie, marcos, mangos de cuchillo, pomo ó puños de armas, de bastones, de látigos, y botones, cofrecillos, cigarreras, botellas y vasos de todas clases, espitas, sifones, embudos, rodillos de imprenta, bustos y estatuas, matrices para la galvanoplastia, etc. Como cuerpo mal conductor de la electricidad la gutapercha conviene para cubrir los alambres de los telégrafos eléctricos subterráneos y submarinos, si bien la gutapercha no debe hallarse en contacto directo con el agua ó la tierra hú-

meda, porque absorbe poco á poco el agua y va perdiendo su propiedad aisladora. Por esa razon hay la costumbre de envolver los alambres revestidos de gutapercha con una cubierta metálica. Con el tiempo la gutapercha sufre á veces una alteracion particular que le hace perder la maleabilidad hasta el punto de reducirse á polvo.

Segun *Payen*, el consumo de la gutapercha en Francia puede evaluarse en 55 mil kilogramos. Las cantidades importadas anualmente en Inglaterra ascienden á más de un millon de kilogramos.

18. MEZCLA DE CAUCHÚ Y GUTAPERCHA. Con frecuencia se usa ahora una mezcla de 1 parte de gutapercha y 2 de cauchú, la cual respecto de sus propiedades ocupa un término medio entre ambas sustancias y puede vulcanizarse de igual manera que el cauchú. Una mezcla en partes iguales de desperdicios de cauchú ó de gutapercha y azufre, espuestas durante varias horas á la temperatura de 120 grados, presenta propiedades análogas á las de los huesos, cuernos, etc. Para agregar á la masa se recomienda el yeso, las resinas, las combinaciones plómbicas, etc. Esta mezcla puede emplearse para hacer mangos de cuchillo, picaportes, botones, etc.

19. BALATA. Desde 1857 se encuentra en el comercio con el nombre de *balata* un producto que por sus propiedades puede figurar entre el cauchú y la gutapercha, sirviendo en la industria para usos análogos. La balata (1) se estrae del jugo condensado de una sapotácea muy conocida en toda la Guyana, el *Sapota Muellieri* (*Bully-tree*), y fué importada en Europa desde Berbice. Se usa principalmente para hacer correas sin fin, suelas y tacones de calzado, y además como aislador para los alambres telegráficos. Tambien lo emplean los dentistas en sus aparatos ó piezas dentarias.

(1) La balata se estrae principalmente del árbol conocido en español con los nombres de *balatas*, *balata*, *sapote* ó *sapotillo*.

20. CELULOIDE. A continuacion del cauchú y de la gutapercha debemos colocar un producto designado con el nombre de *celuloide*, que por algunas de sus propiedades y aplicaciones se parece al cauchú endurecido. La celuloide descubierta por el norte-americano *Hyatt* en 1869, se consigue incorporando alcánfor á un papel previamente transformado en piroxilina, para cuyo fin se procede, segun *J. Clouet* (1877), de la siguiente manera: En una hoja de papel que se desarrolla de un modo contínuo, se vierte un líquido compuesto de 5 partes de ácido sulfúrico y 2 de ácido nítrico; transformado así el papel en piroxilina se prensa para quitarle el exceso del ácido, luego se lava hasta eliminarle todo rastro del mismo, y la masa escurrida y secada se pulveriza en parte en un molino, y luego de mezclarla con alcánfor se tritura de nuevo, se comprime fuertemente y se seca con una prensa hidráulica entre hojas de papel chupon; despues se corta, se tritura y se lamina, hasta que por últi-

mo se comprime otra vez en aparatos especiales debidamente calentados. La celuloide que así se consigue en forma de planchas, tiras ó barras, es una sustancia sólida, inodora, insoluble en el agua, dura, fuerte, transparente cuando acaba de prepararse, y bastante análoga al cuerno de color rubio. Es elástica y se vuelve plástica y maleable á 125 grados, pudiendo soldarse á sí misma: puede laminarse en hojas de 1/2 milímetro de espesor, imprimirse, servir para hacer mosaicos ó recibir incrustaciones, pegarse á la madera, al mármol, etc. Se hacen con la celuloide objetos esculpidos, torneados ó tallados, palillos de billar, peines, joyas de fantasia, etc., y mezclándola con diferentes materias puede dársele el aspecto del ámbar lechoso, del coral, de la malaquita, del lapizlázuli, del ébano ó del marfil. La celuloide constituye actualmente un producto industrial que fabrican en New-Arik la *Celluloid Emery Wheel Company* y otros industriales de Stain, y en Mannheim.