

sustituir los 7.600,000 toneladas que ahora recibe del extranjero y atender á las exigencias naturales del consumo, aumentado en la producción 22 millones de toneladas precisos para llegar á la cifra de 44 millones que segun dejamos dicho son indispensables á aquel país de hoy á 1888. Este resultado no podrá obtenerlo si no explota de aquí á cuatro años nuevos criaderos de hulla que le produzcan en dicho plazo 30 millones de toneladas. ¿Es fácil la solución? En cambio España tiene muchas minas por explotar.

Betunes.

Llámanse betunes los hidrocarburos sólidos ó líquidos que están compuestos esencialmente de carbono y de hidrógeno: aunque algun tanto mezclados de arena y de materias calcáreas, se encuentran en muchos puntos y en terrenos de distinta naturaleza, y pueden dividirse en tres clases: 1.^a, el betun sólido como el asfalto ó betun de Judea; 2.^a, el betun glutinoso ó alquitran mineral; y 3.^a, el betun líquido ó aceite mineral, como la nafta y el petróleo.

Asfalto.

Los betunes son mas ricos de hidrógeno que la hulla. El asfalto de color negro brillante, que produce una luz clarísima pero acompañada de humo denso, se encuentra muy principalmente en Judea, en la superficie del mar Muerto, en grandes trozos que las mismas olas depositan en la playa. El asfalto puede flotar en aquel lago á consecuencia de la gran densidad de sus aguas extraordinariamente saladas; así es que del fondo se eleva á la superficie constantemente. Otro criadero de asfalto existe en el lago de Poix, de la isla Trinidad.

Malto.

El malto ó betun glutinoso, conocido igualmente con el nombre de alquitran mineral, es viscoso y parece una mezcla de asfalto y de petróleo. Glutinoso y casi sólido en tiempo frío, cambia de consistencia obedeciendo á la temperatura. El malto aparece en las hendiduras de las rocas de los terrenos terciarios y muy particularmente en Orthez, en Gabian, cerca de Pezenas, en Seyssel (Ain), en Aniche (Norte) y en Lobsam (Alsacia). El asfalto del Val-de-Travers en el canton de Neuchatel, se encuentra en terrenos de sedimento.

Se aplica generalmente el malto á la construcción del pavimento de las plazas y paseos públicos. En las Antillas, islas Barbadas, tambien se encuentra este betun que se usa para revestir y endurecer las cuerdas, toldos y velas de los buques.

Petróleo.

El petróleo es un betun líquido oleoso y negruzco que arde como la hulla, razón por la que los americanos le llaman carbon líquido. Quizás sea el carbon de piedra en efecto el padre de todos los aceites minerales. Es posible que grandes masas de carbon fósiles, calientes en el seno de la tierra á causa del fuego central, hayan emitido vapores que luego se condensan en las esferas superiores. Hay, no obstante, quien sostiene que los betunes se han formado directamente en el seno de la tierra á espensas de elementos inorgánicos, y tal vez no carezca esta opinión de fundamento, puesto que M. Berthelet ha llegado á obtener compuestos orgánicos y muy especialmente la acetilena, combinando directamente el carbono con el hidrógeno.

La densidad del petróleo es de 0'85; produce un olor penetrante y tenaz y es muy combustible: espuesto á la acción atmosférica se contrae y espesa y llega al estado del malto; al destilarlo despréndese de él nafta y asfalto. Hay quien cree que este betun líquido es una mezcla natural de distintos carburos de hidrógeno, y no contiene sin embargo, como elementos constitutivos, mas que el carbono y el hidrógeno. El petróleo puede emplearse en

bruto como combustible y para el alumbrado, pero no se hace de él uso, generalmente, sino cuando esta refinado.

Se conoce el petróleo desde hace mucho tiempo y se le encuentra en distintos puntos: lo mismo que el malto puede obtenerse en los terrenos silúrico, devónico y carbonífero inferior. Aun no ha podido hallarse en América en los terrenos que produce la hulla. En Francia, lo hay en Fabian (Herauld) y en Puy de la Poix cerca de Clermont Ferrand, y lo emplean para engrasar las carretas y facilitar el movimiento de las ruedas dentadas de las máquinas.

En Asia, se cita una población de Rainaboug, que está situada en el centro de un pequeño distrito que forma parte del imperio de Birman, en la cual existen mas de quinientos manantiales de petróleo, en explotación todos y que producen cuantiosa renta. De las rocas que rodean parte del mar Caspio despréndese tambien gran cantidad del citado combustible. En Italia, en Teco, Zante (islas Jónicas), Rumanía y la Bukovina hállanse fuentes abundantes de aquel líquido: pero las de mas importancia son sin duda las que se encuentran en América, al Este del Misisipi, en una vasta extensión de Nordeste á Sudeste en sentido paralelo á los Alleghanis, y que comprende todo lo que media desde el lago Ontario á la Virginia: allí el petróleo brota y se desliza de las rocas del silúrico inferior, reúnese en los senos subterráneos y sale luego á la superficie formando bullidoras fuentes. En el Canadá, en Oil Springs, en medio de admirables bosques, las fuentes de aquel inflamable líquido aparecen en terreno devónico inferior.

M. Dana afirma tambien que tanto en Pensilvania como en el Ohio y Michigan, el aceite á que nos referimos procede del terreno devónico central. La Pensilvania, en efecto, el alto Canadá, la Virginia occidental y el Ohio son los principales puntos para la explotación del petróleo. Esto no obstante, tienen tambien abundantísimas fuentes Alabama, Georgia, Tennessee, Kentucky, Maryland, New-York, el Illinois y Tejas. En los años de 1860 á 1862 es cuando se han hecho en Enniskillen los mas importantes descubrimientos acerca de la materia, y que han sido origen de muchas y cuantiosas fortunas, puesto que existe pozo de aquel líquido que puede dar en minuto y medio 360 litros. En Pensilvania hay pozos tambien cuyo producto diario asciende á la cantidad de 220,000 litros de aceite que valen cincuenta mil francos, y en toda la extensión del terreno oleífero no se necesita mas que perforar el suelo hasta una profundidad que varia desde 10 hasta 150 metros y se obtiene idéntico resultado. Allí está el petróleo contenido en las grietas y hoyos verticales abiertos en los terrenos de sedimento inferior, silúrico y devónico. Sobre todo en el terreno silúrico superior es donde el petróleo es abundantísimo. Créese que la causa de que suba por sí mismo el aceite y salga por las aberturas del terreno es la presión que su vapor hace sobre la superficie de las charcas ó estanques subterráneos; así es que cuando la presión cesa y el impulso se debilita, es necesario extraer el petróleo por medio de bombas. La producción total de petróleo se calculaba el año 1874 en 3.500,000 kilogramos cada día, ó sean mas de 1.200,000 toneladas por año, y aun estas cifras pudieran duplicarse en el caso de que las necesidades del consumo así lo exigieran.

Nafta.

La nafta (C³ H⁵) es un betun ó hidrógeno carbonado líquido, muy fluido, transparente, de color amarillo claro y olor fuerte, pero nada desagradable. Es tan inflamable que arde aun á distancia de cualquier materia en combustión y produce una llama de color azulado desprendiendo mucho humo: es ligero, (D=0'836) soluble en alcohol y en cambio sirve para disolver la resina y el asfalto. Contiene 88 partes de carbon y 12 de hidrógeno. Si se le destila repetidas veces llega á ser incoloro y muy fluido y apenas conserva algo de olor tenue y fugaz: la llama que en este caso produce es blanca, pero desprende gran cantidad de carbono.

La *nafta* se encuentra en abundancia en varios puntos, muy especialmente cerca de Bakóu (Caspio), en cuyo punto los terrenos todos son grandes sábanas de arena arcillosa empapadas de nafta. Con solo hacer un pozo de 10 metros de profundidad se halla allí la nafta como el agua en nuestros aljibes. Hay sitios en los que la evaporación de dicho betún es tan grande que se escapa por las grietas naturales del terreno, pudiendo entonces producir llama y gran calor al ser quemado, cosa que hacen los habitantes del país que así lo emplean para usos domésticos. Estos desprendimientos de hidrógeno son los que constituyen los *manantiales inflamables*, *las fuentes ardientes*, *el fuego eterno*, etc. En China los aplican para calentar objetos, para la evaporación de las aguas de las salinas y hasta para el alumbrado. Este producto es conocido en Madera, en Parma, en Bolonia, en Crimea, en Caramania, en Bengala, en China, en Java, en Nueva-York, etc. En Europa también se encuentra nafta cerca de Amiano en el ducado de Parma, en un valle próximo al monte Zibio, situado en los alrededores de Módena y en el monte Ciario cerca de Plasencia.

Esquistos bituminosos.

Los *esquistos* son rocas laminadas y que se componen esencialmente de silicatos de alúmina que ordinariamente contienen de 4 á 5 por ciento de agua; los más importantes son: los pizarrosos y los bituminosos. Estos últimos contienen un 5 ó 6 por ciento de productos bituminosos. Inflámanse fácilmente y al arder producen una llama muy espesa. Generalmente son negros, y se encuentran con especialidad en los terrenos hulleros; en Francia, en Decire y en Commeny; en Escocia, en Bathgate entre Edimburgo y Glasgow; en el terreno silúrico, en los alrededores de Muse cerca de Autun (Francia); en el devónico, en las islas de Orknay; en la roca calcárea de Wurtemberg, en Boll. Los esquistos de Allier, de Autun, de Saona y Loira no contienen más que un 4 á 5 por ciento de productos bituminosos.

El carbon de Bathgate ó Bogheadkohle, que tiene color negro apizarrado con aspecto grasiento y cuya esquistosidad no está muy determinada, contiene 77 por 100 de materias bituminosas y 20 por 100 de silicato de alúmina; arroja en la destilación un 30 á 36 por ciento de aceite mineral que se llama *aceite de piedra ó aceite bruto* de esquisto: este aceite al ser destilado da aceite de esquisto ($D=0.810$), diáfano, de color amarillo verdoso y produce un olor particular. El *Boghead* de Escocia arde y produce una llama fuliginosa y lo emplean para sacar de él aceite y gas, calculándose que cada kilogramo de este carbon produce 3.50 litros de gas combustible y útil para el alumbrado.

Ozokerita.

La ozokerita ó cera odorífera es un hidrógeno carbonado que se halla en bastante abundancia en Galitzia, en Inglaterra en la mina de Orpeth cerca de Newcastle, en Alemania, etc. Esta sustancia, rojiza vista al trasluz, se funde á los 60° de calor: con la frotación produce un olor bituminoso pero muy agradable: produce una llama muy clara y se aplica á la fabricación de bujías.

Azufre.

El azufre es un cuerpo de los más repartidos por toda la tierra. Puro ó mezclado con materias terrosas, se presenta en capas, en aglomeraciones ó en venas ó ramificaciones en distintos terrenos. Se le encuentra en grano, cristalizado y en polvo. En los alrededores de los volcanes que están en actividad, es donde en más abundancia se halla. El Vesubio, el Etna, los volcanes de la Islandia, de Java, de la Guadalupe, de la América meridional y los de las islas Sandwich lo lanzan de su ardiente seno constantemente. Alrededor de algunos volcanes estinguídos existen terrenos impregnados de azufre hasta 10 metros de profundi-

dad, razón por la que se da á aquellos sitios el nombre de *tierras de azufre*, solfataras ó azufrales: la *solfatara* de Puzzolo, por ejemplo, vasto-cráter elíptico que mide un kilómetro en su mayor extensión y que se ve en el golfo de Baias cerca de Nápoles: las de Sicilia, Islandia, Antillas, el azufre de Quindiu al Norte de Quito en los Andes: los depósitos de azufre que en esta última *solfatara* se acumulan y que son generalmente bastante grandes para permitir regulares explotaciones, proceden siempre de la descomposición del hidrógeno sulfurado que se transforma en agua y ácido sulfúrico. La Sicilia puede asegurarse que es la única que abastece de azufre á todo el comercio europeo. Las minas están situadas en las provincias de Palermo, Agrigento, Catania y Caltanissetta: su profundidad varía desde 10 á 100 metros y están formadas por piedra caliza ó yeso impregnado de azufre en mayor ó menor proporción, que cambia desde 80 por ciento en los minerales más abundantes hasta 10 por ciento en los más pobres. En la explotación se ocupan 14,000 obreros y ha producido en 1872, 195,000 toneladas de azufre vendidas en 23 millones de francos. El centro mineral de Sicilia es Caltanissetta donde todo el año se construyen *calcarones* (cono formado por azufre). En Agrigento y Palermo solo pueden trabajar desde julio á enero con objeto de no perjudicar las cosechas con los vapores sulfurosos. La Rumanía (20,000 toneladas en 1872) y Toscana (6,000 toneladas) producen también azufre. La solfatara de Puzzolo se encuentra en la actualidad abandonada. El producto de las minas de azufre de Sicilia llega á Marsella, á Cete, al Havre, á Ruan, á Dunkerque etc., en bloques ó panes que pesan de 30 á 60 kilogramos y que tienen la forma de una pirámide truncada: algunas veces, y durante la travesía, los panes se rompen y entonces el azufre no puede tener la forma indicada. Italia en el año 1872 ha exportado 183,000 toneladas que le han valido 21.627,000 francos. Islandia, la Guadalupe, las islas Lipari al Norte de Sicilia, Huelva en España, la regencia de Trípoli y las Antillas, tienen azufre también, pero se explotan poco sin embargo.

Minerales y metales.

Llámanse *mineral* á toda roca de la que puede extraerse metal ó cualquiera otra sustancia útil. Los metales se encuentran en la naturaleza bajo cuatro aspectos distintos, á saber: 1.º en *estado nativo*, es decir, libres de toda combinación, como el oro, el platino, el iridio, la plata, el mercurio, el cobre y el bismuto que tienen muy escasa afinidad con el oxígeno: 2.º en *estado de óxidos*, bien sean libres ó bien mezclados ó combinados con otros: todos los metales que tienen gran afinidad con el oxígeno, especialmente el manganeso, el hierro, el estaño y los demás comprendidos en la tercera, cuarta y quinta sección, se hallan en este caso: 3.º en *estado de combinación* con los metaloides ó afines entre sí, como el zinc, el hierro, el antimonio, el plomo, el cobre, el mercurio, la plata, produciéndose entonces sulfuros, cloruros, yoduros y amalgamas ó ligas: 4.º en *estado de sales*, principalmente en carbonatos, como el zinc, el hierro, el cobre, y en el de silicatos, como el zinc. Los sulfuros nativos de hierro, de cobre, de antimonio, de plomo, de zinc, de mercurio y de plata abundan y se explotan mucho.

Filones.

Los metales se presentan generalmente en *filones*. Llámanse *filon* á cierta masa mineral que proviene del interior de la tierra, enclavada en los terrenos antiguos cuyas hendiduras llenan formando láminas planas ó con alguna ondulación y más ó menos ramificadas. Su espesor varía mucho, pero en general aumenta á medida que es más profundo. Los filones disminuyen en su parte superior y terminan ordinariamente en punta ó bisel á causa de la proximidad de las superficies. Tienen más longitud y altura que espesor. La *inclinación* de los mismos se obtiene del ángulo formado por el plano del filon con la vertical, y su *dirección* es el ángulo formado por el punto de su nacimiento con el meridiano del sitio en

que se halle. Los *filones inyectados* están compuestos por sustancias minerales, compactas y homogéneas, inyectadas en las hendiduras en estado de fusión ígnea: se encuentran sobre todo en las rocas plutónicas y rara vez contienen sustancia alguna metálica: los *filones concrecionados* están formados por materias procedentes de fuentes minerales y colocados en vetas paralelas contra las paredes interiores de la mina, esto es, de la roca que la contiene.

Ganga.

Llábase *ganga* á toda sustancia accesoria que cubre los metales en estado de filon, como el carbonato de cal, el sulfato de barrita, el cristal de roca, el fluoruro de calcio, etc., etc. Teniendo en cuenta los procedimientos que en la actualidad se ponen en práctica para la extracción, es suficiente que la riqueza de un filon sea de $\frac{1}{3}$ en hierro, $\frac{1}{20}$ en zinc, $\frac{1}{30}$ en plomo, $\frac{1}{30}$ en cobre, $\frac{1}{1000}$ en plata y $\frac{1}{10000}$ en oro para que su explotación ofrezca ventajas. Hay casi siempre tanta relación entre la clase de ganga y la del mineral que ordinariamente la una anuncia al otro. El oro nativo, por ejemplo, se presenta con mucha frecuencia acompañado de gangas cuarzosas y ferruginosas.

Filones estañíferos.

Los *filones estañíferos* son los más antiguos que se conocen: encuéntranse á partir de los lechos más antiguos de las capas sólidas, pero no deben sin embargo ser anteriores á la época paleozóica: contienen principalmente estaño en estado de óxido y de sulfuro, pero suelen tener también zinc, cadmio, tungsteno, etc. Nunca se han encontrado filones de esta clase en estado nativo.

Los *filones plomíferos* son posteriores á los que dejamos definidos y se desarrollan en terrenos terciarios mezclados con plomo sulfurado, antimonio, bismuto, cobre, mercurio, plata, etc., si bien se han encontrado ya algunos en estado nativo.

Los *filones auríferos* son muy modernos, pues datan de la época terciaria; contienen oro, iridio, platino y rodio en estado nativo respectivamente ó mezclado entre sí. El hierro, el manganeso, el níquel, el cobalto y el cromo se manifiestan siempre y en todo el interior de la tierra.

Los *montones ó cúmulos* son masas minerales de forma irregular que se encuentran envueltas en medio de las rocas y cuya naturaleza es diversa: estos montones son con escasa diferencia de iguales dimensiones en todos sentidos. La mayor parte de las minas de Suecia y Noruega presentan esta disposición.

Mina.

Los cúmulos ó filones comprendidos en una extensión de terreno más ó menos considerable, constituyen lo que se conoce con el nombre de mina. Las minas se hallan situadas generalmente en las montañas, sobre todo en las poco elevadas y que se encadenan entre sí.

Hierro.

El hierro es el más útil y abundante de los metales, representando un importantísimo papel en todas las industrias. Sus compuestos son muy variados y abundantes en el seno de la tierra, pero no se le encuentra jamás en el estado nativo: los óxidos, los sulfuros, los carbonatos, los fosfatos, silicatos, y sulfatos de hierro son las principales especies minerales de que constituye la base. Los minerales de hierro que se explotan generalmente para la extracción del metal son los óxidos y el carbonato.

Se explotan tres clases de óxidos: el óxido de hierro magnético ($\text{Fe}^3 \text{O}^4$), ó hierro oxidado

ó iman natural, que es un óxido salino formado por la combinación de 3 p. % de protóxido y 6 p. % de peróxido; es negro ó gris negro y produce polvo negro: cristaliza en forma cúbica sobre todo en octaedros: también se le encuentra en masas compactas de un color gris de acero sin brillo alguno metálico, pero siempre lleno de principios magnéticos marcadísimos. Es la clase más rica en mineral de hierro y la que da el hierro más puro, pues contiene á veces un 71'8 p. %. Se encuentra exclusivamente en los terrenos graníticos en los que forma agrupaciones estratiformes, de considerable extensión á veces, llegando con frecuencia á constituir montañas enteras: así es como se le halla en gneis y en esquistos cristalizados en Suecia (Dannemora), en Noruega (Arendal) y en el Erzgebirge: también lo hay en el Piamonte, en Hungría y en el Ural, donde enormes masas acompañadas de melapiros ó pórfidos negros atraviesan los esquistos cloritosos. Produce también este mineral en Argelia (cerca de Bona), en los montes Altay, en los Estados-Unidos, en el Canadá y en el Brasil.

Hierro oligisto.

El hierro oligisto ($\text{Fe}^2 \text{O}^3$) ó hematites es un sesquióxido de hierro anhidro gris, negro ó rojizo, á veces matizado de brillantes colores, dotado de un extraordinario brillo metálico, pero produciendo siempre polvo rojo. No tiene propiedad alguna magnética, pero las adquiere después de su reducción por el soplete, y entonces produce el polvo negro. Cristalizado en romboedros, forma no ya solo agrupaciones, sino montañas enteras en los terrenos de formación antigua del Brasil, Suecia, Laponia, Isla de Elba, Córcega, España, Sajonia, Bohemia y Hungría. Llábase también el hierro oligisto, hierro especular, que es el que se encuentra cubierto de brillantes cristales de acero en forma de láminas ó escamas en las rocas volcánicas del Stromboli y de la Auvernia. Cuando es puro contiene un 69'34 por 100 de hierro metálico. El sesquióxido de hierro anhidro se presenta también en grandes masas amorfas y compactas, rojas y sin brillo, y entonces se le conoce con el nombre de óxido rojo de hierro y forma á veces por sí solo lechos más ó menos considerables en la parte inferior de los terrenos de sedimento, como acontece en la Voulte, en Ardeche, en Vizcaya, Brasil, Hartz ó Isla de Elda. Cuando tiene el aspecto fibroso se llama hematites roja ó piedra de bruñir, porque sirve y se usa para pulir y dar brillo á los metales.

Sesquióxido de hierro hidratado.

El sesquióxido de hierro hidroxidado ($\text{Fe}^2 \text{O}^3, \text{HO}$) es pardo ó amarillo sucio y produce polvo amarillo: se encuentra en granos pequeños diseminados entre las arcillas eruptivas ó en concreciones estalagmitiformes, ó en masas terrosas de ninguna consistencia, y de color amarillo pardusco más ó menos pronunciado, constituyendo depósitos superficiales ó ya en el fondo de ciertos pantanos: casi siempre está mezclado con arena, arcilla y tierra caliza, pero cuando es puro contiene 59'15 por 100 de hierro metálico. Hállase este mineral en casi todos los terrenos, en grandes agrupaciones: sobre todo en las masas calcáreas, compactas y oolíticas del terreno jurásico y más todavía en los terrenos terciarios y de aluvión. Se le conoce con los nombres de hierro en grano, ó hierro oolítico, de limonita ó hierro liminoso y con el de hematites parda: es sedimentario ó eruptivo, y en este caso proviene de erupciones acuosas. Este mineral alimenta la mayor parte de las infinitas fábricas de Francia, Normandía, Bercy, Borgoña, Franco-Condado y la Lorena.

El *hierro carbonatado* (FeOCO^2) ó *sideroso*, es carbonato de hierro somorfo con el calcáreo: casi incoloro cuando es puro, se presenta ordinariamente este mineral en cristales ó masas amarillentas que producen polvo gris. Se le encuentra en filones en los terrenos antiguos: en trozos arcillíferos estratificados, ó en capas en algunos terrenos de sedimento. Cuando se halla en cristales romboédricos de color blanco amarillento ó de un amarillo bajo con brillo nacarado vivo, semejante al del espato de Islandia, toma el nombre de hierro es-