

UNAM



22190

INSTITUTO DE GEOLOGÍA - CU

TN800  
J5

UNAM



22190

INSTITUTO DE GEOLOGÍA - CU

INSTITUTO DE GEOLOGÍA



BIBLIOTECA



*Ing. Luis G. Jiménez.*

# Los Carbones Minerales

*Su origen, historia, leyenda  
y desarrollo en México*

UNAM



22190

INSTITUTO DE GEOLOGÍA - CU

**México, 1945**

TN800  
J5

UNAM



22190

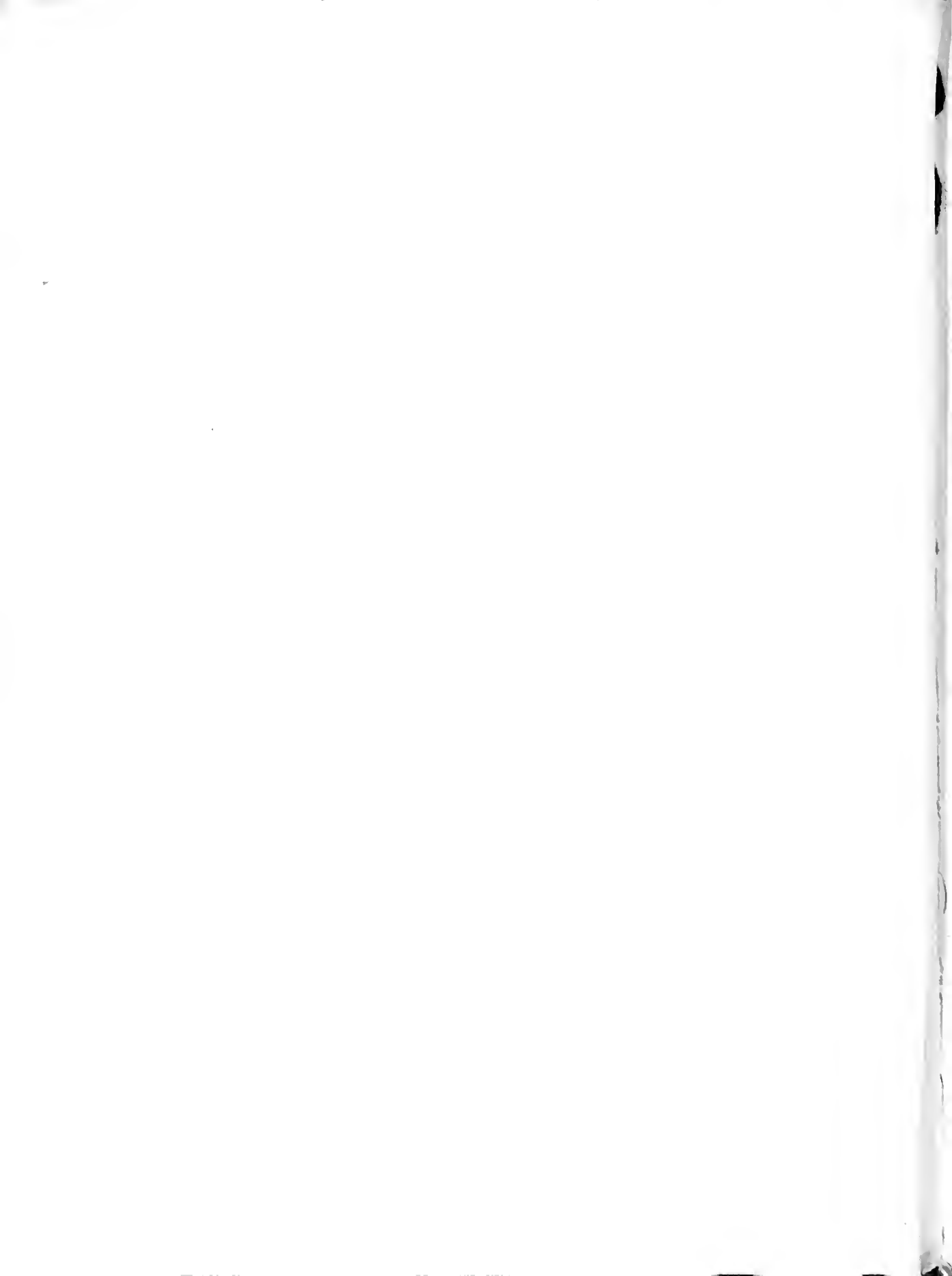
INSTITUTO DE GEOLOGÍA - CU

TN800  
J5

I-22190



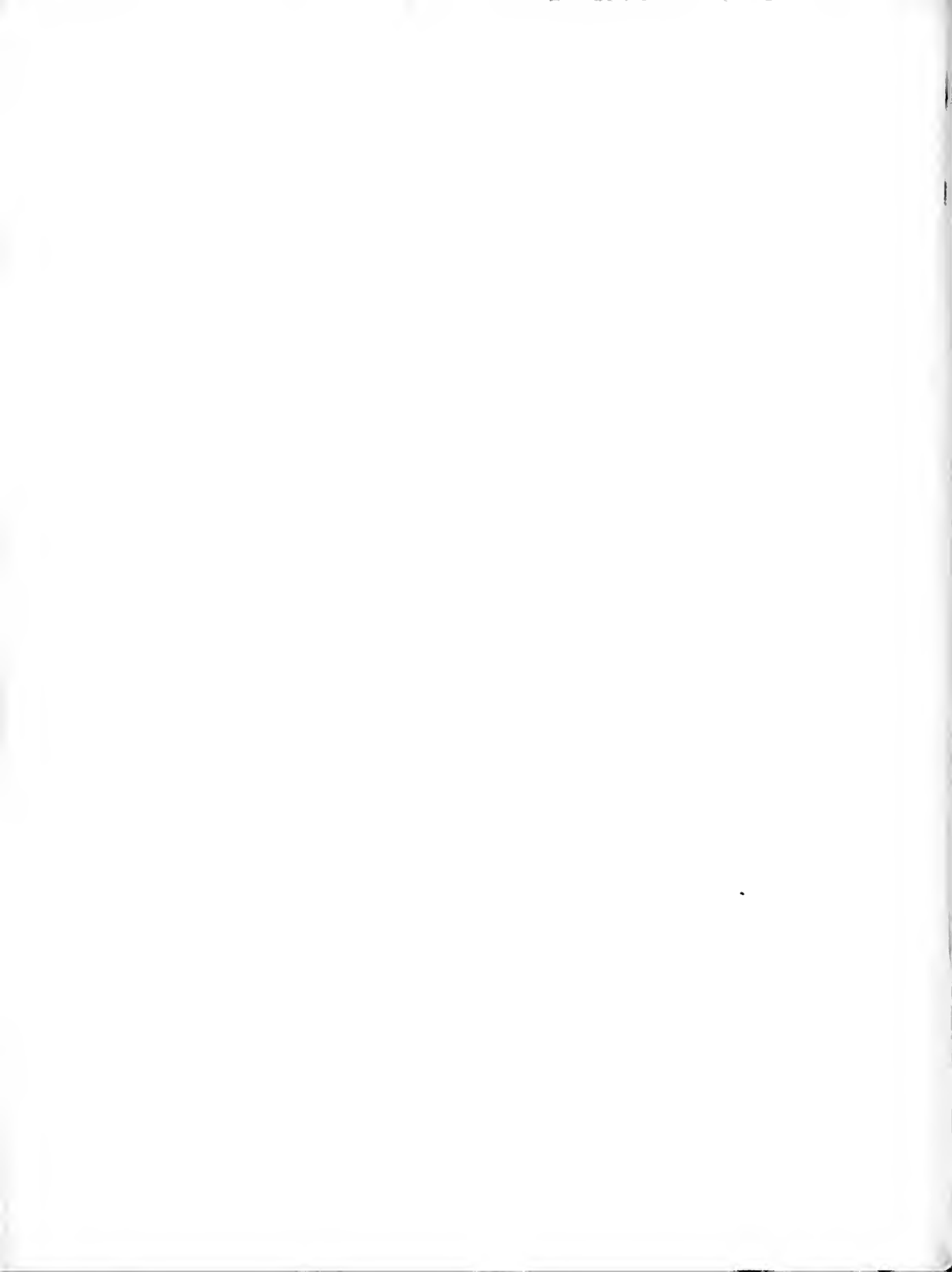
BIBLIOTECA





**LOS CARBONES MINERALES**





# LOS CARBONES MINERALES



SU ORIGEN, LEYENDA, HISTORIA  
Y DESARROLLO EN MEXICO

por

**LUIS G. JIMENEZ**

Ingeniero de la extinta Comisión Geográfica Exploradora. Superintendente de la antigua Cía. Carbonífera de Sabinas, S. A. Inspector de Minas de la antes Secretaría de Industria, Comercio y Trabajo. Ingeniero de la Sección de Exploración del antiguo Departamento de Industrias, de la Secretaría de la Economía Nacional. Ingeniero de la Sección de Exploración de la Dirección General de Minas y Petróleo de la referida Secretaría. Miembro de la Sociedad Geológica Mexicana.

IMPRENTA UNIVERSITARIA  
MEXICO, 1944

ABR 2013

DONACION

I

*Verna et.*

TN800

J5

I-22190

Asegurada la propiedad conforme a la Ley.

Registro N° 12,410, de 12 de febrero de 1942,  
de la  
Secretaría de Educación Pública  
México, D. F.

## DEDICATORIA

Al culto, viril y dinámico Dr. RODULFO BRITO FOUCHER, H. Rector de la Universidad Autónoma de México, cincelador realista de pujantes juventudes que harán de nuestro México una Patria verdadera, y quien no aprovechando el escabel de las masas, solamente anhela difundir la cultura en todas sus formas, pero muy principalmente por medio del libro, le dedica este humilde trabajo, el más modesto, pero el más sincero de sus amigos.

LUIS G. JIMÉNEZ





## INDICE

	Págs.
Prefacio . . . . .	XV
Prólogo . . . . .	XVII

### CAPITULO I

#### ORIGEN DE LOS CARBONES MINERALES

Teoría de las cuencas carboníferas y de los jugos resinosos . . . . .	1
Teoría de los estuarios o brazos de mar . . . . .	2
Teoría de las turberas . . . . .	4
Los bosques antediluvianos, los cataclismos y los seres del Período Carbonífero . . . . .	5
Explicaciones de los geólogos . . . . .	10
Substancias que han dado origen al carbón mineral . . . . .	11

### CAPITULO II

#### HISTORIA Y LEYENDA DE LOS CARBONES MINERALES

Primeras menciones del carbón mineral . . . . .	13
El carbón mineral de los romanos, chinos y griegos . . . . .	15
Los primeros campos carboníferos de Europa . . . . .	17
Leyenda sobre el origen de la palabra "hulla" . . . . .	17

### CAPITULO III

#### HISTORIA, LEYENDA Y DESARROLLO DEL CARBON MINERAL EN BELGICA Y FRANCIA

Primeras minas que se abrieron en Bélgica y Francia . . . . .	19
---	----

	Págs.
Expulsión y excomunión del primer carbón mineral recibido en París . . . . .	20
Primeras exploraciones en la Sarthe, cuencas carboníferas de las Valencianas y de la Mosela, Francia . . . . .	21
Cuencas carboníferas de Rive-de-Gier y Santa Elena del Norte, campos carboníferos de Planzy y Espinac, Creuzot, Alais y la Grand Combe, Besseges y Portes y la cuenca carbonífera de Aubin . . . . .	22

CAPITULO IV

HISTORIA, LEYENDA Y DESARROLLO DEL CARBON  
MINERAL EN LOS ESTADOS UNIDOS

La más antigua e histórica mención del carbón mineral en los Estados Unidos . . . . .	25
Primeras minas bituminosas de Virginia, descubrimiento del carbón en Ohio, al sur del Río Wabash y primera antracita descubierta en el valle de Wyoming . . . . .	25
Descubrimiento de la hulla en Pennsylvania, primeros embarques de antracita en los Estados Unidos y primer descubrimiento de la antracita en la región de Lehigh . . . . .	27
Primeros descubrimientos de carbón mineral cerca de Baltimore y su embarque hasta Filadelfia, al W. del Río Mississippi y en el Río Schuylkill . . . . .	28
Primer embarque de carbón mineral de Pottville y por los ríos Lackawaxen y Delaware hasta Filadelfia, descubrimiento de carbón en Centre County y conducción de la primera carga de carbón semibituminoso para Filadelfia . . . . .	29
Descubrimiento de los carbones de Blossburg, primeros altos hornos para fundir metales en Mauch y Pottville, primer cargamento de carbón semibituminoso de Cumberland enviado a Baltimore, desarrollo de la región de Broad Top, el territorio de Pennsylvania, y en fin, la inmensa región carbonífera de los Estados Unidos . . . . .	30



CAPITULO V

EL CARBON MINERAL EN EL CANADA

	Págs.
Campos carboníferos orientales . . . . .	33
Campos carboníferos occidentales y reservas de carbones minerales del Canadá . . . . .	34

CAPITULO VI

HISTORIA Y DESARROLLO DEL CARBON  
MINERAL EN MEXICO

La mención más antigua del carbón mineral en México, segunda mención del carbón mineral y estudio de una muestra de lignito, con sus comentarios respectivos, ci- tas del carbón pardo de Chilpancingo, Gro. . . . .	37
Primera descripción fisiográfica del campo carbonífero de Sabinas, Coah. . . . .	38
Acres comentarios sobre la devastación de nuestros bosques, la cual continúa sin piedad hasta 1944 . . . . .	40
Datos sobre algunos criaderos de carbones minerales a fin de resolver lo anterior: Villa de Pánuco, Ver.; Tan- casnequi, Tamps.; entre Xilitla y Jacala, Hgo.; Jala- pa, Ver.; Yahualco, Hgo.; Chilpancingo, Gro.; El Paso, Chih.; San Martín Texmelucan, Pue., y Za- cualtipán, Hgo. . . . .	41
Minas de Tecamatlán, Pue. . . . .	41
Región carbonífera de Nuevo León, Coahuila, y Tecoma- tlán, Pue. . . . .	42
Mina "El Cristo", Tamps., y yacimientos carboníferos de los Distritos de Matamoros, Chiautla y Acatlán, Pue. . . . .	44
Criaderos de carbón en el Estado de Tlaxcala . . . . .	45
El carbón mineral de Sabinas, Coah. . . . .	45
Nueva mención de los carbones minerales de Villa de Pá- nuco, Tancasnequi, entre Xilitla y Jacala y Chilpan- cingo . . . . .	46

	Págs.
Nueva mención de los carbones minerales cerca de Zacualtipán, Hgo.; carbones de Santa Rosa, Coah. . . . .	47
Criaderos carboníferos de las Huastecas . . . . .	47
Lignito de Tlacolulan, Ver.; minas carboníferas de Corralitos, Chih. . . . .	49
Yacimientos carboníferos de Zacualtipán, Hgo., indicando las formaciones geológicas . . . . .	50
Depósitos de carbón en el cerro del Tambor, Huauchinango, Pue. . . . .	51
Mineral de Santa Clara y Santa María, Son. . . . .	52
Campos carboníferos de Mixtepec y Tezoatlán, Oax. . . . .	54
Mantos carboníferos de la vecindad de San Javier y Los Bronces y al E. de San Marcial, Son. . . . .	54
Area carbonífera de Ojinaga, Chih. . . . .	55
Campos carboníferos del Distrito de la Mixteca . . . . .	55
Mantos cretácicos cerca de Cabulón, Son., y en la cuenca del Río Grande y al SE. de Monclova, Coah. . . . .	55
Campos carboníferos de Santo Tomás, al SE. de Eagle Pass, Tex., E. U. . . . .	56
El lignito de Honey, Hgo. . . . .	57
Yacimientos de lignito de Huitzizilapan, Pue. . . . .	58
Yacimientos de turba de los extintos lagos de Xochimilco y Chalco . . . . .	59
Yacimientos carboníferos en la vecindad de Jiquilpan, Mich. . . . .	60
Yacimientos carboníferos en la vecindad de Concepción Buenos Aires, Jal. . . . .	61
Exploración del yacimiento de lignito de Chilpancingo, Gro. . . . .	62
Formación carbonífera de Coahuila al sur del Río Bravo y las zonas que principalmente se han explorado . . . . .	63
Cuenca carbonífera de Fuente. . . . .	64
Cuenca carbonífera de Sabinas . . . . .	65
Productos y subproductos que se obtienen mensualmente como promedio, en Rosita, de la "Compañía Carbonífera de Sabinas" . . . . .	69

	Págs.
Terminación de la descripción de la cuenca de Sabinas . . . . .	70
Cuenca carbonífera de Las Esperanzas . . . . .	70
Cuencas carboníferas de Saltillo, Lampacitos, de San Patricio y San Blas . . . . .	72
Producción de carbón y coque desde 1902 hasta 1940 . . . . .	73
Cuadro de producción de carbón del Estado de Coahuila y su valor respectivo, correspondiente a los años de 1902 a 1940 . . . . .	75

. CAPITULO VII

CLASIFICACION DE LAS AREAS O EXTENSIONES  
CARBONIFERAS

Campo y Distrito carbonífero . . . . .	77
Región y Provincia carbonífera . . . . .	78

CAPITULO VIII

TURBA

Generalidades sobre la turba . . . . .	79
Formación de la turba . . . . .	80
Composición de la turba . . . . .	82
Clasificación de los depósitos de turba . . . . .	82
Tipos de turberas . . . . .	83
Características generales de la turba . . . . .	84

CAPITULO IX

LIGNITO

Período de formación . . . . .	87
Diversas variedades de lignito . . . . .	87
Características distintivas y análisis . . . . .	88

## CAPITULO X

### RANGOS DEL CARBON MINERAL

	Págs.
Formaciones geológicas en las que se encuentra el carbón mineral . . . . .	93
Descomposición progresiva de la madera . . . . .	94
Clasificación racional de los carbones minerales . . . . .	94
Rangos del carbón mineral . . . . .	95
Antracita . . . . .	96
Semiantracita y semibituminosos . . . . .	98
Bituminosos . . . . .	99
Subbituminosos . . . . .	100
Lignitos . . . . .	101

## CAPITULO XI

### GRAFITO

Sinónimos del grafito y características del mineral . . . . .	103
Explotación y usos . . . . .	104
Explotación en México: Situación y vías de comunicación . . . . .	105
Fisiografía y geología general . . . . .	106
Criaderos y su origen, producción, valor y precios del grafito en México . . . . .	107
Producción mundial del grafito natural, de 1926 a 1932 . . . . .	109

## CAPITULO XII

### DIAMANTE

Generalidades y propiedades físicas . . . . .	111
Aplicaciones y talla del diamante . . . . .	112
Variedades y yacimientos principales . . . . .	113
Yacimientos del Brasil . . . . .	114
Yacimientos de la India y de Borneo . . . . .	115
Yacimientos de Australia y de Nueva Gales del Sur . . . . .	116
Diamantes meteoríticos . . . . .	116
Producción mundial de diamantes hasta 1940 . . . . .	117

CAPITULO XIII

CONSTITUCION DEL CARBON MINERAL

	Págs.
Historia de las investigaciones del carbón mineral . . . . .	119
Exámenes microscópicos del carbón mineral . . . . .	120
Examen de la turba . . . . .	121
Exámenes de diferentes clases de carbones minerales . . . . .	122
Constitución del carbón mineral y substancia carbón . . . . .	124
La coquización no es causada por las resinas . . . . .	125
Estructura física del carbón mineral . . . . .	126

CAPITULO XIV

LOS RESIDUOS Y DERIVADOS DEL CARBON MINERAL

Sinopsis de los residuos y derivados de los carbones minerales . . . . .	129
Destilación destructiva . . . . .	132
Teoría de la formación del alquitrán de la hulla . . . . .	134
Breves notas históricas sobre la aplicación del alquitrán del carbón mineral . . . . .	134
Constituyentes del alquitrán de hulla . . . . .	136
A. <i>Hidrocarburos</i> .—Series del Metano y del Etileno . . . . .	137
Series del Benceno (Naftenos), del Acetileno, del Benceno (Naftilenos), Series n-4, Productos aromáticos y Series del Benceno $C_n H_{2n-6}$ . . . . .	138
Naftenos, Estiroleno, Indeno, Deciclopentadino, Naf-taleno, Acenafteno y Fluoreno . . . . .	139
Antraceno . . . . .	140
B. <i>Compuestos oxigenados</i> . . . . .	140
Acidos y fenoles . . . . .	141
C. <i>Compuestos sulfurados</i> . . . . .	141
D. <i>Compuestos clorinados</i> . . . . .	142
E. <i>Compuestos nitrogenados</i> .—Básicos . . . . .	142
No básicos . . . . .	143
F. <i>Carbón libre</i> . . . . .	143

CAPITULO XV

DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE LOS CARBONES  
MINERALES EN MEXICO

	Págs.
Baja California . . . . .	145
Coahuila . . . . .	145
Colima, Chiapas, Chihuahua, Distrito Federal y Durango .	146
Guerrero . . . . .	146
Hidalgo y Jalisco . . . . .	147
México, Michoacán y Nayarit . . . . .	148
Nuevo León . . . . .	148
Oaxaca . . . . .	149
Puebla y Querétaro . . . . .	150
San Luis Potosí . . . . .	150
Sinaloa, Sonora, Tabasco y Tamaulipas . . . . .	151
Tlaxcala y Veracruz . . . . .	152

## P R E F A C I O

*El autor del presente libro ha realizado un esfuerzo muy grande al compilar prácticamente todo lo que se ha escrito con respecto al carbón mineral en nuestro país. Desgraciadamente la información acumulada arroja todavía muy poca luz acerca de la verdadera importancia que pueden tener muchos de los yacimientos mencionados en la extensa bibliografía revisada por el Ingeniero Jiménez. Con excepción de los yacimientos carboníferos de la Cuenca de Sabinas y Las Esperanzas, que se han estado explotando con gran éxito desde hace tiempo por su excelente calidad de coque, así como algunas explotaciones de los carbones de Fuente, en las cercanías de Piedras Negras, Coahuila, y de los grafitos de la región de Sonora, todos los demás yacimientos mexicanos de carbón mineral no han sido estudiados suficientemente para dar una clara idea de su verdadera importancia industrial.*

*El autor de este libro, en su prólogo, expresa la idea de que la publicación de su obra tiene por mira atraer la atención de los especialistas y de los industriales acerca de la necesidad de emprender estudios serios en nuestros supuestos yacimientos de carbón mineral, pues que*

*si bien algunos de ellos podrán resultar de escaso o ningún valor comercial, en cambio otros sí permitirán su desarrollo económico y decidirán la creación de nuevos centros industriales en nuestro país. La industria siderúrgica, por ejemplo, exige con urgencia este conocimiento claro de nuestros yacimientos de carbón mineral que pudieran dar lugar al establecimiento de plantas diseminadas en diversas regiones de México, ya que contamos, afortunadamente, con muy importantes yacimientos de mineral de fierro, especialmente en las regiones occidentales, aunque más próximos a la costa que a las regiones centrales, que son las más pobladas de nuestra República.*

*El Ingeniero Jiménez abarca, en su interesante obra, la historia y la leyenda de los carbones minerales de regiones importantes del globo, lo que además de ser muy instructivo, le da cierta amenidad a su libro. No menos interesantes son sus capítulos relativos a las hipótesis más generalizadas sobre la génesis de los carbones minerales, a la revisión que hace de algunos de los estudios publicados sobre el carbón de piedra de México y los análisis de muchos carbones, y por último, la lista, bastante completa, de las localidades conocidas como mostrando posibilidades de la existencia de mantos importantes de carbón. El ingeniero, el técnico y el industrial tienen así ya marcado en este libro el derrotero que deben seguir para sus exploraciones y estudios. México reclama urgentemente el estudio de sus yacimientos de carbón mineral, y si este libro despierta el interés por estos estudios, el Ingeniero Luis G. Jiménez deberá considerarse satisfecho de su trabajo paciente y laborioso.*

EZEQUIEL ORDÓÑEZ



## PROLOGO

No es un misterio que el carbón mineral, junto con el petróleo, es uno de los elementos más poderosos de la moderna vitalidad de las naciones, y que junto con el fierro, pueden decidir el porvenir de un país. Es enorme la energía potencial que en forma de grandes yacimientos de fierro de excelente calidad, tales como los de "Las Truchas", "Mamey", "Coalcomán", "Zimapán", el "Cerro del Mercado", "Golondrinas" y otros muchos depósitos que existen en diversas partes de nuestro suelo, pero que desgraciadamente, hasta ahora, sólo una mínima parte ha sostenido nuestra incipiente industria siderúrgica, debido al poco conocimiento que se tiene del valor industrial de muchos de nuestros yacimientos de carbón mineral.

Se admite, generalmente, que México tiene muy importante riqueza en combustibles; no es sólo petróleo lo que poseemos, sino también carbón mineral en muchos de los Estados de la República, como podrá verse en el capítulo relativo a la "Historia y Desarrollo del Carbón Mineral en México", donde en muchos lugares, no muy lejos del fierro, queda el carbón; en otros, a falta de fie-

rro, hállanse otros yacimientos distintos que se pueden explotar o existen industrias que aprovechan el citado carbón, que lo necesitan urgentemente, pero a las cuales en muchos casos, por falta de vías de comunicación adecuadas y medios de transporte baratos, no puede llegar.

Así pues, el desarrollo de la explotación industrial del carbón mineral en nuestro país, favorecerá el incremento de las demás industrias, y muy principalmente hará florecer pequeños centros industriales al aprovechar los derivados de la destilación de los carbones minerales —que no son pocos—. Con esa finalidad, me he atrevido a publicar la presente obra, la cual he procurado escribir en lenguaje llano y conciso, puesto que me ha guiado el deseo de que sea eminentemente práctica ante todo, pero que a la vez pueda servir a estudiantes y aun a profesionistas, ya que desconozco la existencia, en México, de una monografía de los carbones minerales.

Carece de novedad y contiene muy poco o casi nada de mi propia cosecha.

En efecto, casi todo el material no es más que lo que he podido extractar de lo escrito por diferentes autoridades en la materia, y sobre todo, condensar todos los datos posibles sobre explotaciones, exploraciones y noticias relativas a la existencia de los carbones minerales en nuestro país, al través de mi personal experiencia en dicha materia.

Por lo expuesto, confío en la benevolencia del lector, que sabrá darle buena acogida a la presente obra, dispensándole todo error u omisión.

LUIS G. JIMÉNEZ

## CAPITULO I

### ORIGEN DE LOS CARBONES MINERALES

*Teoría de las cuencas carboníferas.—Teoría de los estuarios o brazos de mar carboníferos.—Teoría de las turberas.—Los bosques antediluvianos.—Los cataclismos y seres del período Carbonífero.—Explicaciones de los geólogos.*

La mayor parte de los hombres de ciencia, concuerdan en que América es mucho más antigua que la parte del globo terrestre que designamos por el Viejo Mundo. Cuando vastos mares inundaron lo que es ahora tierra firme, toda la columna dorsal de nuestro país —entonces la línea costera del Pacífico— en el Norte y Sudamérica, se elevaba sobre las aguas, en tanto que una gran porción del Antiguo Continente se encontraba sumergida. La acción de las aguas, redondeando las asperezas de las rocas volcánicas y acumulando los materiales en las cuencas, formó grandes mantos de conglomerados, areniscas y arcillas.

Bowen localiza varias cuencas carboníferas que recibieron los continuos sedimentos en territorio Americano, entre las que se encuentra una de las pequeñas, y que corre del Río Grande o Bravo, en la parte meridional de Texas, hacia el noroeste del Río Colorado.

“Dicha cuenca en un tiempo recibió las aguas de esas corrientes, así como las de los ríos Alto Colorado y Brazos, los cuales desembocan en el Golfo de México. Cuando se elevó la cuenca,

sus aguas descargaban en los ríos que actualmente la atraviesan y la rodean.

“Sobre los estratos, en las cuencas, se acumulaba también la materia vegetal, que descomponiéndose y fijándose por virtud de los años, se convirtió en los maravillosos y enormes depósitos de carbón, de los cuales nos abastecemos.”

Otra autoridad supone que los jugos resinosos de las coníferas, “expelidos del interior de las celdas leñosas de los árboles”, constituían la materia primero en estado blando y viscoso, como el alquitrán, después se hizo dura y quebradiza. Esta autoridad apoya su teoría en el hecho de que los fósiles de los árboles, se encuentran generalmente comprimidos o aplastados, como si hubieran sido sujetos a enormes presiones, y en que ninguno de los árboles encontrados actualmente, fueron convertidos en carbón, sino que se hallan embebidos en el propio combustible.

Muchas autoridades sostienen la teoría de los estuarios o brazos de mar, esto es, en que la vegetación era acarreada por los ríos y depositada en capas sucesivas en sus desembocaduras, las que comunicaban con los grandes mares interiores.

“Imaginad, dice Jasper Nicolls, la enormidad de fósiles contenidos en una cuenca o valle, en el que un diluvio parcial acarreará alguno de los bosques inmensurables de Norte o Sudamérica.”

“En primavera, o más bien en invierno, dice el Capitán Hall, cuando las corrientes de agua dulce concurren al Mississippi, acarrearán por medio de ellas, millones de trozas de árboles; en febrero o marzo, la cantidad de esas trozas es algunas veces tan grande, que no sólo el propio río, sino en varios kilómetros mar afuera, se cubre completamente de trozas de árboles esa gran extensión, de tal manera, que si no es imposible, sí es en extremo difícil atravesarlo. Todo el campo, si ese suelo blanco y fangoso puede llamarse así, hállase formado de capas de esas trozas entretrejidas como una malla, tal como una gigantesca balsa de toscos maderos de gran longitud, de muchos metros de espesor, y de cientos de kilómetros de extensión.

“¿No puede ser este estrato de materia vegetal, una razón para suponer que sobre toda la delta del Mississippi, al nivel del

mar, se forme en una futura revolución geológica del mundo, un gran yacimiento carbonífero?"

Hace 80 años, el Profesor Bakewell escribió lo siguiente:

"Lo que es llamado valle del Mississippi, no es en realidad sino una extensa y elevada planicie, sin cerros o alturas dignas de llamar la atención. Dicha planicie se extiende por el poniente desde la pendiente occidental de las montañas de Alleghannys, hacia las planicies arenosas cerca de Missouri, en una distancia aproximada de 1,600 km., y al sur desde los valles de los lagos septentrionales, hasta la desembocadura del Río Ohio, aproximadamente unos 100 km.

"En ninguna parte del mundo existe otra extensión de uniforme fertilidad. La diferencia en elevación es de unos cuantos metros. La altitud general de esta planicie es aproximadamente de 270 metros sobre el nivel del mar, siendo cruzada por los grandes ríos Missouri, Mississippi, Ohio y sus afluentes.

"Los grandes y numerosos ríos que cruzan esta planicie, en lugar de formar valles, forman ásperas y profundas depresiones que retienen sus corrientes.

"Como las corrientes de los citados ríos se encajonan profundamente en la planicie, de ahí la longitud de los mencionados ríos Ohio, Mississippi, etc., limitados por alturas de unos 100 metros de elevación en sus desembocaduras.

"La formación geológica y la estructura física de esta vasta cuenca carbonífera, sugiere a la mente una vaga idea del modo de su formación.

"Si las salidas de las aguas que drenan esas enormes superficies, como por ejemplo la desembocadura del Mississippi, fuesen cerradas por un terremoto o levantamiento, entonces en el tiempo de las inundaciones periódicas, toda esa extensión plana exterior, sería cubierta con agua fresca, y formaría un lago que gradualmente se secaría tan pronto cesaran las inundaciones.

"Esta planicie se convertiría en un vasto pantano en donde rápidamente se desarrollaría la vegetación. En esta forma, gruesas capas de la materia vegetal en descomposición se formarían, las que subsecuentemente serían cubiertas con estratos de lodos durante las inundaciones.

“Cuando esos ríos poderosos, Mississippi y Missouri, se crecen al fundirse la nieve en sus respectivos nacimientos, provocan inmensas avenidas que inundan sus riberas, ahogan las desembocaduras de sus tributarios y arrojan hacia atrás, por varios kilómetros, sus aguas cargadas de lodos y limos. Las aguas de estos ríos secundarios, al retroceder, inundan a su vez sus riberas depositando sus aguas sobre las partes bajas de la planicie. formando lagos de 20 a 30 km. de longitud; los que después de algún tiempo son paulatinamente drenados al bajar las crecientes de los citados ríos. Las inundaciones de los ríos Mississippi y Missouri, no tienen lugar al mismo tiempo. Cuando una de estas poderosas corrientes provoca las inundaciones, obstruye el paso de la otra, lo cual reacciona en los ríos secundarios, haciendo que se prolongue el tiempo del ciclo de las inundaciones. De este modo, en los lagos temporales de agua dulce citados, se tienen las condiciones requeridas y propicias para la formación de los futuros campos o cuencas carboníferas.”

Otros se inclinan a la teoría de las turberas; esta es una suposición ampliamente extendida para explicar que los pantanos fueron alimentados por numerosas corrientes de agua procedentes de un río o brazo de mar, y que sobre estos pantanos creció una exuberante vegetación del Período Carbonífero: *calamitas*, *aphenonteries*, *sigilarias*, *estigmarias*, etc., la cual cayó y se acumuló entre las aguas pantanosas. Cuando esta materia vegetal se hubo acumulado en el pantano, se depositaba lodo y cieno sobre la blanda materia vegetal, que se convirtió más tarde en carbón. Las aguas, retrocediendo, formaban otro pantano en donde se desarrollaba nueva vegetación, y así sucesivamente.

Dichas teorías suponen a la Tierra rodeada de gas ácido carbónico pesado, impropio para la vida humana, con su corteza hendidada y agrietada, dando salida a enormes volúmenes de gases incandescentes del interior. En esta atmósfera, florecía con profusión una fina y vigorosa vegetación. Las calamitas de gruesos troncos de medio o un metro de diámetro, y de unos diez o quince de altura sobre la masa de helechos de los negros pantanos. Los comunes colas de caballo (*horse tails*), que actualmente se hallan en las ciénagas y en las riberas de los ríos, crecían como árboles. Los lepi-

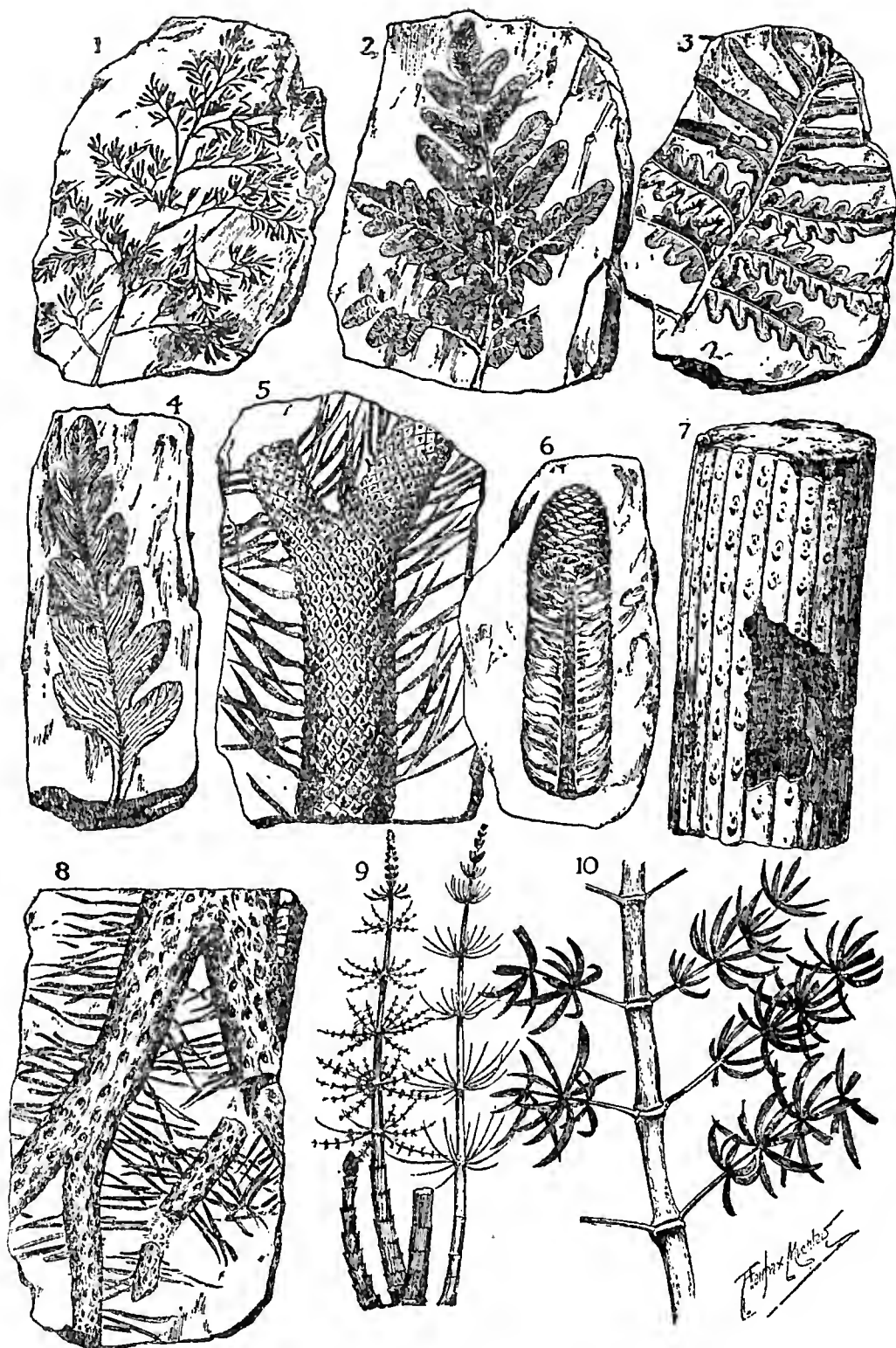


LÁMINA I. Plantas fósiles (explicación a la vuelta)

#### FOSILES CARBONIFEROS (PLANTAS)

HELECHOS: 1. *Sphenopteris afinis*. 2. *Neuropteris*. 3. *Alethopteris Gibsoni*. 4. *Odontopteris obtusa*. LICOPODIOS O CLUB MOSSES: 5. *Lepidondedrón*. 6. *Lepidostrobus* (fruta de *Lepidondedrón*). 7. *Sigilaria*. 8. *Stigmaria* (raíz de *Sigilaria*), con raicillas. EQUISETUMS O COLAS DE CABALLO (Horse-Tails): 9. *Calamitas* — restauración de Dawson. 10. *Ásterofilas* — hojas y ramitas de *Calamitas*.



dodendrons o árboles con escamas, o las sigilarias con sus cortezas de rayas profundas y con cicatrices a intervalos regulares; y ¡quién conocería en sus formas gigantescas al vulgar pino amarillo o el licopodio de ahora!

Sigamos a Hugy Miller, editor, poeta y geólogo, e imaginad una playa baja, profundamente cubierta de vegetación.

“Altos árboles de maravillosas formas permaneciendo fuera del agua. Un tupido vallado de cañas, tan altas como los mástiles de los barquichuelos, corriendo a lo largo de profundas bahías, como banderas en las riberas de un lago. Un río de vasto volumen viene corriendo del interior, obscureciendo el agua por muchos kilómetros con los limos y los lodos, los cuales son acarreados hacia el mar abierto, con cañas, helechos, conos de pinos e inmensas capas de hojas de árboles; y aquí y allá voluminosos árboles desenterrados revoloteándolos la corriente.

“Encontrémonos cerca de la costa y entremos con la corriente.

“Una rala falange de cañas de altura y volumen de los bosques ordinarios, vagando a ambos lados. Los brillantes y lustrosos tallos son rodados cual columnas góticas, con sus hojas puntiagudas y verdes —hilera sobre hilera—, cada hilera semejando una guirnalda de coral o una corona contigua, con sus picos hacia afuera.

“¡Qué extrañas formas de vida vegetal se manifiestan en la floresta de esa época!

“¿Puede ser eso un licopodio que se eleva gallardo alcanzando una altura de más de 15 metros?

“¿O puede esa alta palmera, ser el actual helecho?

“¿Y esas gigantescas cañas, no son meras variedades —colas de caballo— de nuestros pantanos, aumentadas cincuenta o cien veces?

“La más pequeña vegetación de nuestro país, las cañas, zacates, helechos, parece como vista al través del microscopio.

“Existe un asombroso crecimiento lujurioso en todo nuestro alrededor; apenas puede la corriente abrirse paso por entre la espesura de las plantas acuáticas que sobresalen del fondo lodoso, aunque la claridad del sol cae brillantemente sobre las ramas super-

ficiales de la enmarañada floresta, en la cual ni un rayo de luz penetra, sino un crepúsculo sombrío que se forma un poco abajo de la superficie del pantano.

“La fétida corriente de la vegetación descompuesta, está acompañada de una gruesa y azulada niebla, que parcialmente oscurece la materia vegetal inferior. El terrible y mortal ácido carbónico se ha acumulado en todos los huecos. Hay un silencio por todas partes, el que solamente es interrumpido por algún reptil que se eleva a la superficie en persecución de su presa, o por una repentina agitación causada por el aire caliente, al mover las frondas de los gigantesco helechos o las hojas de los cañaverales.

“El ancho horizonte que se presenta ante nosotros, es un continente privado de vida animal, excepto en los charcos, marismas y ríos, donde abundan los peces y moluscos, y millones de millones de enjambres de tribus de infusorios.

“Aquí y allá vuela un insecto de forma extraña entre las hojas de los vegetales.

“Lo más probable es que ninguna criatura humana provista de pulmones de la más perfecta construcción, podría respirar esa atmósfera de ese período primitivo.

“El lodo del fondo de ese gran mar de la formación carbonífera, es la arcilla refractaria de nuestros tiempos. De ese fondo surgen los gigantesco helechos, que florecen en un grado sin precedente, durante una estación de perpetua primavera; una continua resolana de calor tropical de vapor caliente y densa humedad, produce rancios jugos pegajosos, resinas, etc., y enormes semillas germinadas en tan corto tiempo, que ni aun los propios geólogos y naturalistas podrían creerlo.

“Para la mente del hombre estudioso de la formación carbonífera, es evidente que el Período citado no debió ser de gran duración para producir la materia necesaria, para la acumulación del carbón, en las condiciones favorables que entonces existieron.”

Oigamos, por último, al eminente Ingeniero de Minas gallo L. Simonin, fundar su galana descripción acerca de la verdadera teoría de la formación carbonífera, apoyándose en los concienzudos estudios de los sabios franceses Elie de Beaumont, Adolfo Brong-

niart y M. Baroulier, geólogo, naturalista y químico respectivamente:

"En las antiguas épocas geológicas, inmensos bosques cubrían el suelo. La atmósfera estaba saturada de vapor de agua y cargada de gas ácido carbónico; la temperatura era muy elevada. Por todas partes existía una vegetación y un clima, que sólo las actuales zonas tropicales pueden dar apenas una ligera idea. Lluvias abundantes inundaban la tierra. Las *calamitas* enormes, las *sigilarias* de troncos elevados, las *cicádeas*, en las cuales los botánicos han creído ver desde hace tiempo los antepasados de los bambúes y las palmeras, los gigantescos *licopodios*, las *anularias*, las *asterophyllitas*, de hojas estrelladas y los *helechos arborescentes*, crecían muy tupidos. A estos árboles se mezclaban los *lepidodendrons* que no eran ni menos elevados ni menos singulares, y que participaban a la vez de la naturaleza de los lycopodios y de las coníferas.

"Estas vastas florestas, tan diferentes de las de nuestra época, debieron casi desaparecer completamente después de esa época primitiva. A sus pies, los vegetales acuáticos formaban un espeso tapiz. Los tejidos fibrosos de esas plantas se mezclaban, se enlazaban, como sucede ahora en las turberas sobre algunas masas movedizas, en el fondo de las llanuras húmedas; pero el fenómeno era general y tenía lugar en una escala inmensa. Era al borde de los grandes lagos o de los estuarios, es decir, en los lugares donde las aguas dulces de los ríos venían a mezclarse con las aguas salinas del mar. Formábanse allí vastas lagunas como se ve todavía, aunque de menos extensión, en los trópicos del Senegal o de Madagascar, etc. En esas lagunas, la vegetación se desarrollaba más lujuriosa y vigorosa, y algunas veces también en las anfractuosidades de las riberas, cortaduras estrechas como los fiords de Noruega, o bien sobre las islas perdidas, al borde de un mar profundo y de horizontes infinitos.

"Cuando una capa turbosa se estaba formando, sobrevénía uno de esos terremotos del suelo tan frecuentes y tan intensos en esa época, una de esas formidables pulsaciones en que la tierra parece estar siempre en actividad, los bosques se hundían poco a poco. La capa de turba, ya rota, dislocada, inundábase con las aguas que venían de lejos, conteniendo arcillas y arenas, que eran

precipitadas de lo alto de las montañas; arrollaban los esquistos, medio calcinados por el fuego de la tierra y del cielo; pasaban como una avalancha sobre los granitos, sobre los pórfidos apenas consolidados, puesto que sin cesar se efectuaba sobre ellos un verdadero diluvio. Las aguas no sólo acarreaban partículas finas y tenues, sino arrastraban bloques enteros aquí y allá, y así se formaron las brechas, las pudingas, los conglomerados, recordándonos ahora esto los formidables depósitos que, a nuestra vista, producen los torrentes alpinos. Estas rocas de transporte, cuyos diversos elementos, bloques de esquisto o de cuarzo, eran soldados por un cemento arcilloso, ferruginoso, se extendieron sobre toda la base y la cima de los terrenos carboníferos, como si hubieran debido preceder al nacimiento de las épocas relativamente de más calma.

“En medio de los asperones, de los esquistos y de las calcáreas, se encuentran los desechos de cuerpos organizados, que han dejado sobre las rocas una impresión que el tiempo no ha podido borrar. Puédese, pues, reconstruir así toda una fauna y una flora extintas y seguir paso a paso el desarrollo de la vida en la época carbonífera. En los esquistos no es raro encontrar escamas o vértebras de peces, a menudo esqueletos enteros, de especie fluvial o marina. Se han descubierto también algunos de esos reptiles que debieron vivir al borde de los estuarios, en las aguas fangosas de sus riberas, y en fin, coprolitos o excrementos petrificados de estos animales fósiles. Las especies terrestres faltan, como si la composición de la atmósfera hubiera sido entonces impropia a la existencia de animales superiores. En los Estados Unidos, se ha descubierto en los esquistos las impresiones de patas de animales modeladas sobre una arcilla húmeda, y hasta las trazas de las gotas de lluvia, o también de las curvas sinuosas, paralelas, producidas por el nivel cambiante de las aguas, signos que han permanecido indelebles después de tanta revolución en el globo.

“En los asperones, en los esquistos, en el mismo carbón, los troncos, los tallos o las hojas vegetales, de la familia de los helechos, calamitas, sigilarias, etc., permanecen aprisionados. Hállanse frutos que pertenecen a las coníferas, antepasados de los pinos y de los sabinos y de otras especies en forma de nuez, los que se encuentran en algunos asperones, y a los cuales la ciencia, sin poderlos

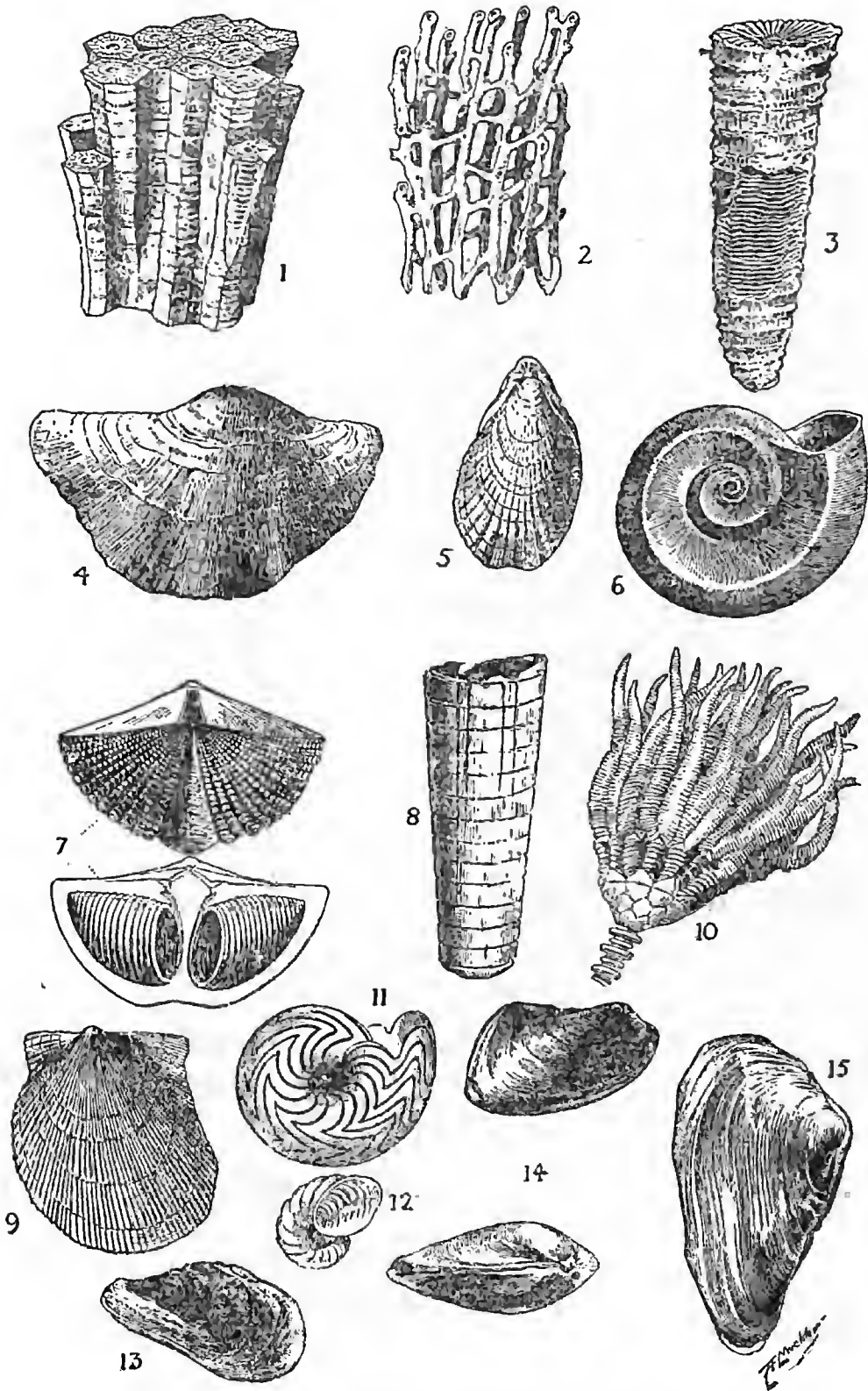


LÁMINA II. Animales fósiles (explicación a la vuelta)

#### FOSILES CARBONIFEROS (ANIMALES)

CORALES: 1. *Lithostrotion basaltiforme*. 2. *Syringopora reticulata*. 3. *Zaphrentis cilíndrica*. BRAQUIÓPODOS: 4. *Productus giganteus*. 5. *Terebratula hastata*. 7. *Espirífera histérica*. GASTERÓPODOS: 6. *Euomphalus pentangulatus*. CEFALÓPODOS: 8. *Orthoceras lateral*. 11. *Goniatites crenistra*. LAMELIBRANQUIO: 9. *Pterinopecten* (= *Aviculopecten*) *papiraceus*. CRINOIDE: 10. *Woodocrinus macrodáctilus*. ANÉLIDO: 12. *Espirorois carbonarius*. LAMELIBRANQUIOS DE AGUA DULCE: *Naiadites carinata*. 14. *Anthracomya modiolaris*. 15. *Carbonicola* (= *Anthracosia*) *acuta*.

clasificar, ha dado el nombre de *trigonocárpes* o frutos triangulares. En las calcáreas, generalmente debajo del carbón, a los asperones y a los esquistos, y de formación enteramente marina, se encuentran esqueletos de pescados, conchas diversas, asterias o estrellas de mar, corales, la mayor parte de especies enteramente perdidas. La vida se ensayaba o se experimentaba sobre el globo; no había alcanzado todo su desarrollo; debía cambiar muchas veces de modelos antes de llegar a los que ahora ha adoptado. Las espiíferas y los nautilus, los políperos, y tantos otros seres que poblaron los lagos y los mares, han desaparecido totalmente. Las especies se han vuelto diferentes, si es que las familias no se han extinguido.

“Se han necesitado millares de años para la sucesión de los fenómenos que se han descrito; pero para la naturaleza no existen milenarios geológicos, el tiempo no existe para ella. Los sabios computan esas épocas antediluvianas porque los fósiles son, para ellos, las medallas de la geología, y las hojas de los esquistos, las páginas sobre las cuales está inscrita la historia de la vegetación carbonífera.

“Sin embargo, las capas de turba depositadas entre los lechos de esquistos o los bancos de asperón y de caliza, fueron fuertemente comprimidos por la enorme carga del terreno que pesaba sobre ellos, y calentados por la erupción de las rocas ígneas que venían del interior de la tierra. Al mismo tiempo, se operaba una destilación lenta y una fermentación insensible que aglomeraba poco a poco el carbón de las plantas. Ese tejido turboso primitivamente flojo y blando, tomaba una compacidad cada vez más grande; el calor del suelo proveniente del sol y del calor interior del globo; todo ese calórico muy elevado, ayudaba a los diversos fenómenos químicos que se efectuaban también lentamente en el laboratorio de la naturaleza, y así se forma el carbón mineral.

“Las explicaciones que se han dado de esos grandiosos cambios son los que la ciencia actual ha aceptado. Corresponde a una de las más grandes inteligencias de nuestros tiempos, al padre de la geología francesa, señor Elie de Beaumont, la gloria de haber desmenuado el primero de esos caos. Antes de él, se admitía de buena fe que el carbón mineral era formado por los depósitos de inmensas florestas derribadas y arrastradas por las aguas corrien-

tes, y que esas balsas entretrojadas de troncos de árboles enterrados en el suelo, formaron los depósitos carboníferos.

"El citado sabio De Beaumont, ha probado y demostrado con números que no se puede adoptar la anterior explicación, puesto que todo el carbón mineral contenido en las inmensas extensiones de los bosques, daría apenas nacimiento a una delgadísima capa de dicho carbón.

"No nos detendremos en analizar las ingenuas hipótesis de los antiguos geólogos, quienes veían en los depósitos carboníferos, corrientes de bitumen petrificado, o que fueron impregnadas de él ciertas rocas muy porosas; bien sea que las florestas hayan sido carbonizadas en sus propios lugares, o atravesadas por corrientes de ácido sulfúrico (vitriolo), el que tiene la propiedad de ennegrecer y quemar la madera, mas cabe preguntarse, ¿de qué lugar habrán venido esas substancias? No. No es así como se ha formado el carbón mineral, ha sido por los depósitos sucesivos de turba, más tarde comprimidos, calentados, destilados, mineralizados, de manera de producir el carbón fósil.

"Además de las pruebas matemáticas efectuadas por el sabio Beaumont, existen las pruebas físicas reveladas por primera vez por el no menos sabio Adolfo Brongniart. Este sabio naturalista continuó gloriosamente las tradiciones de su ilustre padre, y volvió a reconstruir la flora fósil, como Cuvier los grandes mamíferos extintos. No menos de 200 a 300 especies de plantas se han encontrado en las formaciones carboníferas. Había notado que en la mina de Treuil, cerca de Santa Elena, Francia, se encontraban en los mantos carboníferos y asperones cerca de la superficie, troncos en pie de sigilaria, un verdadero bosque petrificado en ese lugar. Fué para él una revelación. El carbón se había formado, pues, al pie de esos árboles, de la misma manera que las turbas, y el estudio geológico del terreno vino a confirmar lo que por medio de los cálculos se había previsto.

"Después que Brongniart publicó su descubrimiento, se volvió a encontrar, como queda dicho, en los campos carboníferos de Santa Elena, los vegetales en pie, los troncos de árboles modelados en sus propios lugares.



*"Substancias que han dado origen al carbón mineral.*—Según autoridades en el asunto, los *desechos* vegetales de los que se originó el carbón mineral hace muchísimos años, fueron muy probable y principalmente compuestos de los siguientes tipos de substancias:

"a) Liño-celulosa, esencialmente carbohidratados, de constitución "cíclica" n ( $C_{12} H_{18} O_n$ );

"b) Cuerpos resinosos, v. gr., gomas, resinas y ceras, formadas todas ellas de compuestos de carbón, hidrógeno y oxígeno solamente;

"c) Cuerpos y proteidos, v. gr., compuestos de carbón, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y azufre.

"Durante el proceso de transformación en carbón mineral, esas substancias han sido sujetas principalmente a la influencia desintegrante de la descomposición (como acontece en las actuales turberas), y *más tarde* a la acción combinada, a través de los años, de una gran presión y una elevación lenta de la temperatura (alta, pero probablemente sin exceder de  $300^{\circ} C.$ ), tal como se fueron formando los incipientes campos carboníferos por la acumulación de capas hasta formar la *nueva* estrata. Durante tal transformación es probable que las substancias menos estables como las liño-celulosas y los proteidos, sufrieron más cambios que los cuerpos resinosos.

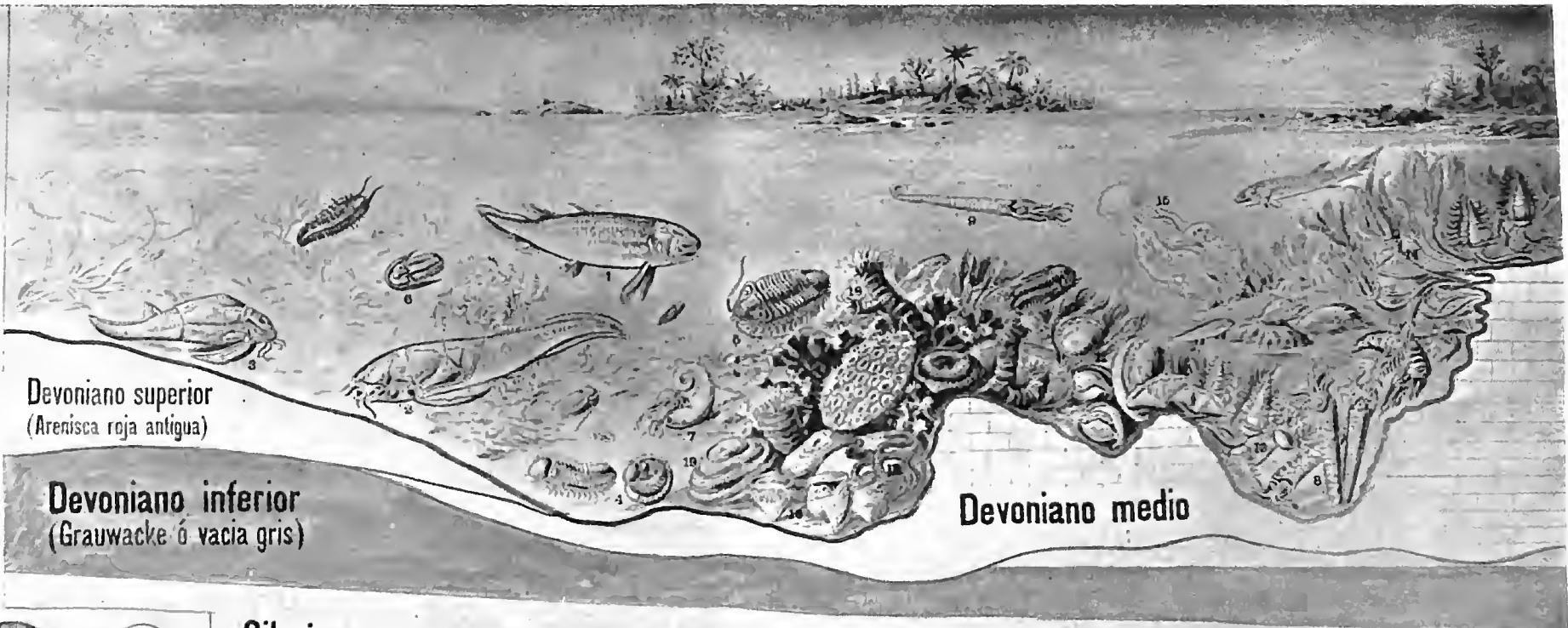
"Existe actualmente una considerable evidencia que prueba que las substancias liño-celulosas, han sufrido un cambio, comprendiendo condensaciones internas, con pérdidas de dióxido de carbono y vapor, aunque sin destruir el ciclo fundamental y característico de constitución química. La retención de este carácter cíclico explica muchos hechos indiscutibles acerca de los carbones bituminosos en la coquización, especialmente la producción a bajas temperaturas de tipos hidrogenoides, y benzoles (aromáticos), a altas temperaturas. Efectivamente, de acuerdo con las investigaciones, no es solamente la parte principal, la substancia del carbón, la que es compuesta de los productos de la transformación liño-celulosas, sino que también son muy importantes las

diferencias características entre los lignitos y las de los carbones bituminosos, cuyas características son principalmente debidas al citado proceso de transformación. En efecto, los carbones pardos y lignitos, pueden fácilmente ser transformados, por convenientes tratamientos físicos, en algo muy semejante a los carbones negros.”

**Explicación.**

**Paisaje del tiempo del Devoniano.**

1. *Holopteryx* (Crocotario)
2. *Cocconeus* Placodermos
3. *Perichthys*
4. *Phacops* Trilobitas
5. *Calymene* (crustáceos)
6. *Harpe*
7. *Cyrtoceras* Nautilus
8. *Orthoceras* (nautilus)
9. *Lituites*
10. *Spirifer* Braquópodos
11. *Stringocephalus*
12. *Ophura* (Ostríaco)
13. *Cupressocrinus* (Crinóideo)
14. *Poteroemus*
15. *Medusites* (Medusa)
16. *Calceola*
17. *Cyathophyllum* (Alga)
18. *Cyathophyllum*
19. *Stromatopora*



Devoniano superior  
(Arenisca roja antigua)

Devoniano inferior  
(Grauwacke ó vacia gris)

Devoniano medio

**Fosiles caracteristicos**

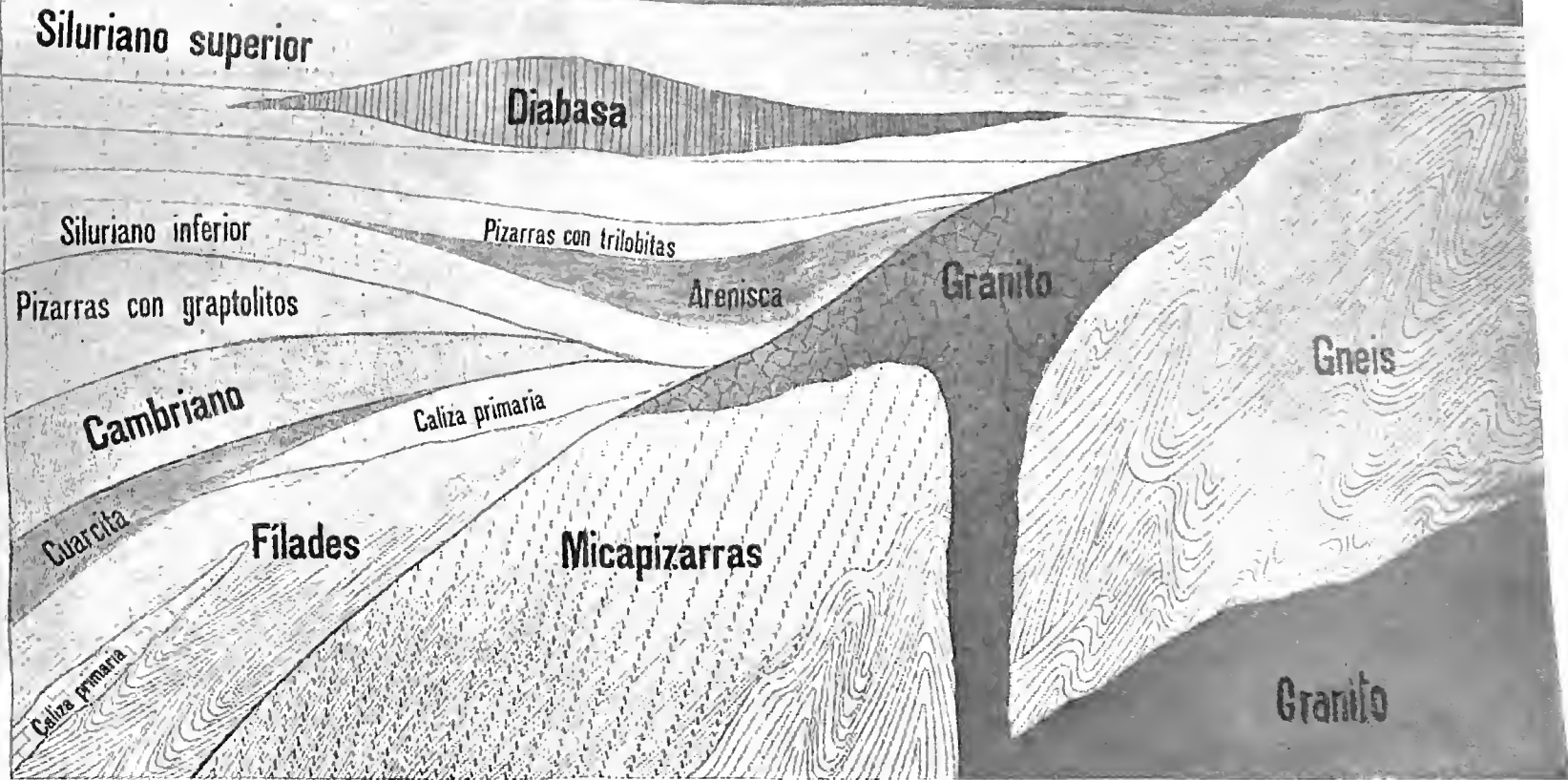
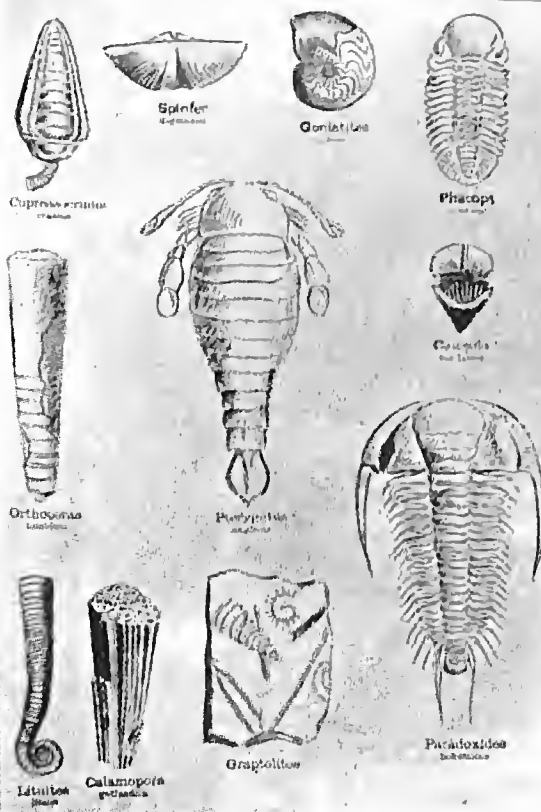


LÁMINA III. Formaciones paleozoicas antiguas.



## CAPITULO II

### HISTORIA Y LEYENDA DE LOS CARBONES MINERALES

*Primeras menciones del mismo.—El carbón mineral de los griegos, de los romanos, de los chinos, etc.—Leyenda sobre el origen de la palabra "hulla".*

La más antigua mención que se hace del carbón mineral se encuentra en la Biblia, Proverbios, cap. XXVI, vers. 21: "Así como el carbón para quemar el mismo, y la madera para el fuego, así el hombre rencilloso para encender contienda."<sup>1</sup>

Aunque la palabra "carbón" allí empleada, pudiera significar o denominar madera, carbón vegetal o cualquiera otra substancia empleada como combustible, existe, sin embargo, sobrada razón para suponer que se refiere a la hulla o carbón bituminoso de nuestros días, por las razones siguientes:

Salomón contaba entre sus dominios con toda la Siria, desde 980 años A. de C., en que comenzó su reinado, hasta 1016, cuando parte de él fué tomado por Rezón, un nativo de Zobah (1º, Los Reyes, cap. XI, vers. 23-25), quien adquirió para sí Damasco

---

<sup>1</sup> Esta y las demás versiones, corresponden a la Biblia en el idioma inglés, en cuya lengua, coal y charcoal, significan carbón mineral y carbón vegetal, respectivamente; por lo que no pueden confundirse dichos combustibles.

y Siria, extensiones que contienen carbón bituminoso. La formación de areniscas de Hermon y Lehbanon, están llenas de fósiles del Período Carbonífero, y en la vecindad del Mar Muerto existen bitúmenes o breas del mismo, tal vez de igual origen. El hierro se encuentra también allá, así como el azogue o mercurio. El sabio Salomón estaba familiarizado con el referido carbón bituminoso, del cual habla llana y concretamente, y por tal causa puede llegarse fundadamente a la misma conclusión.

Además, la frecuencia con que se menciona el carbón (coal) en la Biblia, es otra presunción razonable.

La siguiente es otra mención que se hace del carbón en Isaías, cap. XLVII, vers. 14: "No habrá carbón ni fuego en el que pueda sentarse frente de él", lo cual se escribió probablemente cerca de 752 A. de C., refiriéndose a los juicios de Dios sobre Babilonia y Caldea. Asimismo en Isaías, cap. XIV, vers. 12, se lee: "El herrero tomará con las tenazas el fierro, lo calentará en el carbón, moldeándolo con el martillo, y trabajándolo con la fuerza de sus brazos", en lo cual no existe ambigüedad, si se toma lo anterior literalmente. O también en Isaías, cap. XIV, vers. 16: "He creado al herrero que soplará al carbón para hacer fuego."

La siguiente mención tiene lugar en las Lamentaciones, cap. IX, vers. 8: "Su rostro es tan negro como el carbón", escrito probablemente 625 años A. de C.

La siguiente alusión que se hace del carbón se encuentra en los escritos de Teófrates, el divino orador y amigo de Aristóteles el griego:

"Estas substancias que son llamadas carbones y se rompen para usarlas, son terrosas, pero arden y se queman como el carbón vegetal. Encuéntanse en Liguria, donde existe el ámbar, y en Elis, de las montañas hacia Olimpia. Son usadas por los herreros." Esto fué escrito aproximadamente 334 años A. de C. Cuatrocientos años antes también se alude al carbón en la Biblia, por Juan el Apóstol, en el cap. XVIII, vers. 18, como sigue:

"Y los sirvientes y oficiales permanecieron allí, quienes hicieron fuego con el carbón de piedra, porque hacía frío; y ellos se calentaron y Pedro estuvo con ellos y se calentó también."

Es un hecho innegable que se han encontrado herramientas y cenizas de carbón mineral cerca de los antiguos muros de Roma, así como que en Inglaterra fué usado este carbón por los bretones, con anterioridad a la Invasión Romana (50 años D. de C.), aunque la primera noticia del empleo del carbón mineral en Inglaterra, fueron doce carretas recibidas por el Abad de Peterboro. (852 años D. de C.)

El primer registro de las operaciones contemporáneas de minas, que existe en los libros del Obispado de Durham, corresponde a 1180.

El carbón mineral fué empleado por los chinos muchos años antes que los cristianos, y probablemente desde muy remotas épocas, dado lo accesible de los depósitos carboníferos en Shensi, que entonces afloraban en los desfiladeros descritos por Riethhofen.

El modo de trabajar estas minas fué descrito por Pompeyo, probablemente hace 2,600 años.

“La falta de maquinaria para el drenaje, impide a los mineros descender abajo del nivel del agua, por lo que una fuerte lluvia que caiga, arruinará el tiro de la mina. Por medio de un plano inclinado, el trabajador desciende unos treinta metros del nivel de la bocamina, y entonces por medio de una galería horizontal, se conduce hasta el fin de la mina. El agua es sacada a mano por medio de botes o cubos, de un nivel al de más arriba, hasta la superficie. El carbón es acarreado en canastos o en sacos de mineros y en trineos de palos redondos y lisos.

“La manera como explotan los chinos el carbón mineral en el Alto Yang-tzé, es muy económica. Las minas ubicadas en las vertientes de los valles cerca de Corea y el Río Amarillo, producen un excelente combustible.

“El empleo económico del carbón lo han llevado a gran perfección y debe haberse efectuado en épocas pasadas. La antracita la hacían polvo y la mezclaban con barro húmedo, serrín y estiércol, según las exigencias del caso, en la proporción de 7 a 1; las bolas así hechas eran secadas luego al aire libre y al sol.

“Con los braseros de mano empleados, capacitaban al pobre para cocinar con esas bolas a precio irrisorio.”

El primer embarque de carbón de piedra para Londres, del que se tiene noticia, fué hecho en 1240; y este primer esfuerzo coronó de éxito al inglés Simón Sturtevant, en 1612, pues que fundió con dicho combustible algunos metales.

En 1375, Marco Polo escribió lo que sigue: "Es un hecho que en todo el país de Cathay, existe una clase de piedra negra en mantos, en las montañas, la que si se extrae y se quema, arde como la madera. Aunque en tal región hay madera en abundancia, los chinos no la queman, en vista de que esas piedras negras arden mejor y cuestan menos."

Los griegos y los romanos conocieron el combustible fósil como el citado por algunos autores con el nombre de *lithantrax* (carbón de piedra), palabra que se ha conservado hasta nuestros días, proveniente del italiano *litantrace*. El discípulo favorito de Aristóteles, Teofrasto, en su *Tratado de las piedras*, no omite hablar del carbón mineral.

"Los antiguos empleaban poco el carbón de piedra, dice Simónin, porque daba mucho humo y ardía mal, en vista de que no se le sabía quemar. Los bosques proveían ampliamente a todas las necesidades de la industria, entonces en la infancia. Algunos fundidores que producían y trabajaban los metales, y algunos herreros que fabricaban y templaban las armas blancas, eran los únicos industriales que hacían uso de combustibles en cantidades relativamente grandes. En todas partes la leña y el carbón vegetal, respondían a todas las exigencias; y en los pueblos adelantados y civilizados de esos tiempos que habitaban Italia, Grecia, Egipto, Asia Menor, etc., donde era raro el carbón mineral, se calentaban las gentes al sol en el invierno, sobre el forum tratando los asuntos públicos. La única fuerza mecánica que existía era la que daban los motores de sangre; los galeotes propulsaban las embarcaciones; las bestias y aun los propios hombres, movían las ruedas de los molinos. Los antiguos no solamente no tenían necesidad del carbón mineral, ni en la industria ni en la vida cotidiana, sino que lo despreciaban, pues varios acueductos atravesaban los mantos carboníferos sin que les causara sorpresa o admiración.

"Las cosas marchaban mejor en el Extremo Oriente, donde la civilización se había desarrollado antes que en Italia y Grecia.



Los chinos, padres de los más grandes descubrimientos, conocían desde muy remotas épocas el carbón fósil, sabiéndolo explotar y aplicar a diversos usos industriales, como por ejemplo, la cocción de la porcelana; sabían asimismo recoger el gas inflamable, que se generaba espontáneamente de la hulla a fin de utilizarlo en el alumbrado.

“Los primeros campos carboníferos que se trabajaron en Europa fueron los británicos. Desde la época de la Invasión Normanda, Guillermo el Conquistador repartió a sus compañeros de armas las minas de New Castle, a mediados del siglo XI. Menos de dos siglos después, Juan sin Tierra concedió a los burgueses de New Castle, una *licencia* de explotación, en cuyo pergamino real llamaba al carbón mineral *carbo marinus*, sin duda a causa de la posición litoral y localización submarina de los mantos, o tal vez porque se transportaba el carbón por mar. Hacia fines del siglo XIII se trabajaron las minas de Gales y de Escocia, países que no estaban sometidos entonces a Inglaterra. En el siglo XVI, todos los campos carboníferos británicos estaban en plena explotación.

“Bélgica abre sus minas al mismo tiempo que Inglaterra, en el poblado de Plénevaux, cerca de Lieja, hacia el siglo XII, donde la leyenda se mezcla a la historia de una manera ingeniosa, y de donde arranca el bautizo de la hulla:

“*Huillos*, mariscal herrero de Plénevaux, era tan pobre que no podía cubrir sus más imperiosas necesidades. Discípulo de San Eloi, trabajaba el fierro, soplando él mismo la fragua para economizar el salario de un ayudante. Un día que, sin trabajo, estaba decidido a quitarse la vida, un viejo de barba blanca se le presentó en su banco de herrar, y trabaron conversación; Huillos le confesó sus penas.

“El viejo enternecióse hasta llorar. —Amigo mío —díjole al herrero—, id a la montaña y descubriréis unas vetas de una tierra negra excelente para la fragua. Huillos fué al lugar indicado y encontró la tierra anunciada, y habiéndola arrojado al fuego, forjó una herradura de una sola calentada. Lleno de júbilo y alegría, no quiso guardar para él solo ese precioso descubrimiento, sino que les participó de su hallazgo a sus vecinos y a sus mismos compañeros los demás herreros. Su recuerdo es todavía conservado por

todos los mineros de Lieja, y en general en Bélgica, en las tardes, en sus hogares, cuentan la historia del *buen hombre hullero* o del *viejo carbonero*; así se le llama a Huillos, el herrero de Plénevaux.

“A su vez los arqueólogos pretenden que no podía ser más que un inglés el descubridor, porque en un manuscrito de ese tiempo, se leía *que era ciertamente un Ang . . .*, pues las últimas letras se las había comido la polilla. Y en fin, los gramáticos que consideran la historia de Huillos como un mito, se contentan con hacer derivar la palabra hulla del sajón *ulla*, que significa carbón de tierra.”

Y desde entonces, muchas veces, la historia, desarrollo, etc., de la hulla, se ha venido verificando en cada continente, en cada nación y aun en cada región, con características propias, como se verá en los capítulos siguientes.

### CAPITULO III

## HISTORIA, LEYENDA Y DESARROLLO DEL CARBON MINERAL EN BELGICA Y FRANCIA

En Bélgica fué donde se abrieron las minas de carbón casi al mismo tiempo que en Inglaterra, habiendo comenzado las explotaciones en el siglo XII, cerca de Lieja, en la Villa de Plénevaux, en donde la leyenda se mezcla a la historia de una manera ingeniosa, como se ha expuesto oportunamente.

El carbón mineral fué más tarde descubierto en Charleroy y en Mons, donde se desarrolló la fabricación de armas.

En Francia se ha perdido la leyenda, pero según los pergaminos se sabe que desde el siglo XI se explotaron los minerales de Rouergue. En el Forez, el señor de Rochela-Molière, en 1321, levantó un censo de sus vasallos que explotaban las minas de *carbón terrestre*. Cada propietario fundidor tenía el derecho de extraer la hulla del subsuelo correspondiente, con la obligación de dar a su señor la cuarta parte de la cantidad extraída.

En Forez, como en Bélgica, parece que el empleo del carbón mineral fué anterior a la fecha citada. En Santa Elena, la fabricación de armas y, en general, la fabricación de útiles de acero, es la industria más antigua del país, y se dice que las aguas del Furens daban al metal un temple particular. Sin embargo, no se ha demostrado que los *Gagates*, del tiempo de Julio César, forjaran desde entonces sus espadas como sus hermanos los *Nerviens* de Bélgica.

En 1716, un belga, el vizconde Jacques Désandrouin, hábilmente explotaba el carbón mineral en la provincia de Charleroy; había notado que las capas del terreno carbonífero de Bélgica, seguían la dirección constante de este a oeste, penetrando en el Hainant francés, bajo el terreno gredoso. Tuvo la idea de atravesar estos terrenos por medio de pozos y buscar el carbón debajo. En unos cuatro años sus investigaciones fueron coronadas de éxito; pero las aguas muy abundantes inundaban los trabajos, y para dominar el agua se ademaron por primera vez con madera los tiros o pozos, tal como si fueran barriles.

En estas minas se empleó por primera vez también en Francia, la máquina de vapor, inventada en Inglaterra por Savery el Newcomen; pero no fué sino hasta 1734 en que terminaron las exploraciones.

“Era el año de 1769, dice Simonin. La leña era muy cara en París. Algunos comerciantes tuvieron la idea de traer de las minas inglesas un cargamento de carbón de piedra para suplir la escasez de la leña. Las embarcaciones partieron a Newcastle, remontaron el Sena y llegaron a París.

“El carbón que enviaron los ingleses fué ensayado por las gentes del pueblo y en las casas ricas, en las cocinas y en las chimeneas de las antecámaras. Bien pronto se escuchó un grito general. Se acusó al pobre fósil de viciar el aire, de ensuciar la ropa hasta en los armarios, de provocar enfermedades del pecho y de perjudicar ¡oh crimen imperdonable! la frescura de los rostros femeninos. Los clamores no calmaron. Las Academias de Medicina y de Ciencias, se avocaron ese grave debate, declarándose partidarios del carbón británico; pero en tal ocasión, fué el gusto público el que pronunció su fallo definitivo.

“Muchos años antes de 1869, el negro mineral no había sido mejor acogido por los parisienses, pues en 1714 lo expulsaron por primera vez. Bajo el reinado de Enrique II, los doctores lo habían excomulgado por sus vapores malignos, sulfurosos, y un edicto real condenó a los mariscales y herreros, *bajo pena de prisión o de multa si empleaban el carbón de tierra o de piedra*. Más tarde, tal interdicto fué levantado, exceptuando Enrique IV al mismo

tiempo al carbón mineral de los diezmos que los explotadores pagaban a la corona como derecho de regalías.

“El combustible mineral había sido recibido mal desde el principio, tanto en Londres como en París. Los médicos, a causa de los densos humos que produce, y los propietarios de bosques, le cerraron las puertas de las ciudades. Las ordenanzas reales lo repudiaron desde el principio, y no fué sino poco a poco que se consintió en calmar estos rigores.

“En 1813, al perforarse un pozo en la Sarthe, se observó entre los desechos extraídos una tierra negruzca, de la cual se envió una muestra a la Sociedad de Artes del Mans. Sus miembros se reunieron en sesión extraordinaria. Algunos opinaron que esa materia podría ser carbón de piedra. Dicha muestra fué ensayada en una sartén. La tierra ardió entre las exclamaciones de los presentes. La sociedad publicó por medio de boletines el resultado.

“No fué sino hasta 1816 en que fué localizado el manto carbonífero, comenzándose las explotaciones respectivas.

“Las exploraciones continuaron en la cuenca de las Valencianas, donde contribuyeron a la prosperidad, tanto el azar como la geología.

“En efecto, en 1847, buscando las aguas artesianas en el Departamento de Pas-de-Calais, cerca de Carvin, la sonda inopinadamente encontró el terreno carbonífero, que por medio de la geología no se había encontrado. El éxito sobrepasó a las esperanzas. Diecisiete compañías carboníferas se formaron, y de 80,000 toneladas anuales de producción que existió en esa región en 1854, aumentó en 1864 a 1.200,000, o sea la décima parte de la producción de Francia. La sonda que en Artois atravesaba los terrenos carboníferos, encontró la hulla cuando buscaba las corrientes artesianas.

“En 1815, la Prusia pensó en la rica cuenca carbonífera de Sarrebruck, que se explotaba en Francia desde hacía veinte años, aunque rudimentariamente.

“En el mismo año anterior, Napoleón III anunció a la Francia el descubrimiento de la gran cuenca carbonífera de la Mosela, prolongación de la riquísima de Sarrebruck.

"En Francia hállase la cuenca carbonífera de Rive-de-Gier y Santa Elena, sobre las de Bélgica, la cual se extiende entre el Rhone y el Loira.

"A principios del siglo XVII, Santa Elena no era más que una barriada habitada por algunos centenares de obreros, expertos en forjar armas y útiles. Dos siglos más tarde dicho lugar tuvo 20,000 habitantes, dedicados a la fabricación de armas, a la quincallería, etc. En 1855 Santa Elena tenía más de 100,000 habitantes, por lo que se tuvo que cambiar a dicha ciudad la capital del Departamento, que lo era Loira de Montbrison. Saint-Chamond era solamente un castillo-fortaleza, el cual se halla ahora en ruínas, aunque a sus pies se encuentra la ciudad próspera que lleva el mismo nombre, y en donde se halla uno de los mejores centros industriales de Francia.

"La cuenca carbonífera del Norte, que no es sino la prolongación de la belga, presenta alrededor de Denain, de Anzin, de las Valencianas, y en el Paso de Calais, el mismo desarrollo de la cuenca del Loira en Santa Elena, Rive-de-Gier y Saint-Chamond.

"En el Departamento de Saona-Loira, se encuentra Planzy y Epinac, principales campos carboníferos, el Creuzot, un valle antes triste e inhabitado, conocido por el sobrenombre de los *Carboneros*, y en la actualidad un centro industrial de primer orden.

"En el Departamento de Gard, la prosperidad de Alais y la Grand Combe, es notable. Alais, que hasta 1840 no se había significado más que por las guerras religiosas y el comercio de las sedas, se convirtió después en una ciudad esencialmente industrial, acabándose las rencillas entre católicos y protestantes, desapareciendo al mismo tiempo la importancia de las industrias *de magnageries* y la vidriera, ante el potente empuje de la industria metalúrgica.

"Bessegés y Portes, no tardaron en seguir a Alais y a la Grand Combe, siendo por lo tanto, el Departamento del Gard de los más interesantes de Francia, ocupando el tercer lugar en la producción de carbón mineral.

"La cuenca carbonífera de Aubin, en el Departamento de Aveyron, hace cincuenta años que apenas se inició su desarrollo. Decazeville nació a la industria en 1826, cuando fueron instaladas

las fundiciones y las forjas. En estas minas existe la ventaja de encontrarse en más grande abundancia que en Santa Elena y el Creuzot, el hierro carbonatado litoideo, lo que contribuye al esplendor y riqueza de dicha cuenca carbonífera.

“En las minas de la cuenca del Maine, en el bajo Loira y en muchas localidades de Sarthe-et-Mayenne, hace años, con la calcinación de la caliza por medio del carbón mineral, se mejoraron los terrenos arcillosos y silicosos, creciendo su valor y aumentando grandemente las cosechas.”





#### CAPITULO IV

### HISTORIA, LEYENDA Y DESARROLLO DEL CARBON MINERAL EN LOS ESTADOS UNIDOS

La más antigua e histórica mención del carbón mineral en los Estados Unidos, fué hecha por el jesuíta y misionero francés Pedre Hennepin, quien vió trazas de carbón bituminoso en los bancos del Río Illinois, en 1679. En su diario, marcó el lugar de "una mina de carbón", aguas arriba de Fort Crecolur, cerca de la actual ciudad de Ottawa.

En 1750, las minas bituminosas de Virginia fueron abiertas y trabajadas en el Río James, cerca de Richmond. Cincuenta años antes, Sir Charles Lyell, el eminente geólogo inglés, visitó estas minas y escribió lo siguiente:

"Detúveme en Richmond en mi viaje hacia el sur, con objeto de explorar geológicamente algunas minas de carbón, algunas de las más grandes y productivas, situadas en el condado de Chesterfield, pertenecientes a una compañía inglesa, una de las cuales estaba bajo la dirección de un oficial de la marina inglesa.

"Existen dos regiones en el Estado de Virginia —un Estado igual en extensión a toda Inglaterra—, en las que existen yacimientos productivos de carbón. En una de ellas, que llamaré el campo occidental, los estratos pertenecen a los antiguos grupos carboníferos, caracterizados por plantas fósiles del mismo género y en gran extensión de las mismas especies encontradas en las antiguas for-

maciones europeas. El otro campo, completamente desconectado en sus relaciones geográficas y geológicas, se encuentra al este de las montañas Apalacheas, en medio de esa región llamada vertiente del Atlántico.

"La comarca está ocupada por rocas cristalinas, tales como el granito, gneís, esquistos de hornblenda, y otras, que corren paralelas a las montañas de Alleghannys; y entre ellas y el mar se encuentra esta parte de Virginia, que tiene cerca de 60 millas de anchura. En la parte media de esta área, de cuatro a doce millas de anchura y unas veintiséis de longitud, tienen lugar los yacimientos aludidos.

"En fin, por los análisis se encontró que la composición de este carbón, es idéntica a los más antiguos carbones de Europa y América, aunque los primeros han sido derivados de plantas de muy distintas especies.

"Estas minas de Virginia fueron las primeras abiertas al mercado en los Estados Unidos."

Cinco años después de que se comenzaron a trabajar las minas de Virginia, fué descubierto el carbón en Ohio por Lewis Evans, y en 1760 la antracita fué descubierta en Rhode Island. Aquí, como en los campos carboníferos de Richmond, la naturaleza puso su mano, próporcionando un manto de antracita y otro bituminoso en y cerca de los mares, lo que permitió tener el mejor mercado del mundo, compitiendo ventajosamente con Inglaterra.

El siguiente descubrimiento de carbón en los Estados Unidos fué hecho por un coronel del ejército inglés, en 1763, quien refirió que "en el lado sur del Río Wabash, en un banco alto, existían varias vetas de carbón".

En 1766 fué descubierta antracita en el valle de Wyoming.

En ese año, James Tilghman, de Filadelfia, envió una pequeña muestra a Thomas y William Penn, de Londres, con los cumplimientos respectivos, y recalcando: "Este manto de carbón en un lado del río, puede algún día ser una cosa de gran valor." A lo anterior, Thomas Penn dió las gracias por la muestra, la que hizo examinar por gente entendida que rindió las observaciones del caso.

En 1768 Charles Stewart hizo un dibujo mostrando una gran comarca en el occidente de Susquehanna, opuesto a Wilkes Barre, Pennsylvania, en el que había marcado carbón de piedra. Se dice que dos hermanos de apellido Gore, miembros de una colonia de Connecticut establecida en el valle de Wyoming, fueron los primeros que emplearon la antracita en sus fraguas, pues eran herreros.

En el siguiente año (1769), Thomas Penn escribió dando instrucciones a su sobrino, Teniente y Gobernador John Penn, diciéndole:

"Deseamos que usted ordene sean tomados 5,000 acres de tierra cerca de Pittsburgh, incluyendo la ciudad, pero la cual puede excluirse por ahora . . . No deseamos acaparar todo el carbón de las alturas, sino más bien dejar la mayor parte a otros, quienes deberán trabajarlo."

En 1770 fué descubierta la hulla en medio de la región antracitosa de Pennsylvania, cerca de Mahogany y Shemokin. Pocos minados se practicaron hasta 1834.

Durante la guerra revolucionaria, en 1776, el Ejército Americano explotó la antracita, conduciéndola en botes y piraguas hasta Harrisburg, de donde se hacía llegar hasta Carlisle en furgones. Estos fueron los primeros embarques de antracita que se hicieron en los Estados Unidos.

En el siguiente año (1777), el Capitán Huitchines publicó en Londres un mapa en el cual marcó los lugares con carbón mineral a lo largo del Río Ohio.

En 1783 el Doctor Schof hizo referencia al carbón de Swatara Creek, en el Condado de Lebanon, Penn.

En 1784 los Penn concedieron privilegios de minas de carbón en "el gran manto", opuesto a la ciudad de Pittsburgh, a razón de 30 libras esterlinas por cada lote minero que se extendiera hacia atrás del centro de la montaña.

En 1791 fué primeramente descubierta la antracita en la región de Lehigh, por un pobre cazador llamado Philip Ginter, cerca de la actual ciudad de Mauch Chunk. En el mapa de Reading Howel, de Pennsylvania, publicado en 1739, se indicó carbón

cerca de Tamaqua. Siete años después, William Morris llevó un furgón de dicho carbón hasta Filadelfia (aproximadamente 100 millas), pero no pudo venderlo.

En 1801 Benjamín Henfrey pretendió haber descubierto carbón cerca de Baltimore.

En 1803 dos barqueros trajeron con éxito por los ríos Lehigh y Delaware, unas 200 toneladas hasta Filadelfia. El carbón no pudo quemarse, por lo que tuvo que emplearse "como grava en algunas veredas". Las canoas usadas fueron toscamente construidas; tenían 90 pies de largo, 16 de ancho por 4 de profundidad, con capacidad de 60 toneladas; sus extremos terminaban en punta, teniendo sobremontados enormes remos de unos 30 pies de longitud, requiriéndose, por lo mismo, para moverlos, por lo menos dos hombres muy fuertes.

Cerca de 10,000 pies de madera se emplearon en la construcción de cada canoa, habiendo costado 70 dólares cada una. El costo de transporte fué de 5 dólares, habiéndose vendido el carbón en 10 dólares, por lo cual se obtuvo una utilidad de 5 dólares. Cada canoa se tuvo que vender como madera, en 15 dólares.

En 1804 William Body hizo el primer embarque de carbón bituminoso en canoas, por el Río Columbia, hasta Susquehanna, cerca de 200 millas. Ese hecho causó "mucho sorpresa". Siguió llegando otras canoas, habiéndose familiarizado con el citado carbón todos los poblados de las riberas del Río Susquehanna, hasta que en la actualidad, en la expresada región, se explotan varios millones de toneladas por año.

En el mismo año de 1804 el primer descubrimiento de carbón en el occidente del Río Mississippi, fué hecho por la expedición dirigida por Lewis y Clark, quienes examináronlo en los bancos a lo largo de los ríos Mississippi y Yellowstone.

En ese mismo año se comenzó a usar la antracita, con éxito, en las estufas de Filadelfia.

David Berlín pretendió haber descubierto y usado el carbón en su fragua de Valley Forge, en el Río Schuylkill, cerca de 17 millas arriba de Filadelfia. Esto aconteció en 1806, año en que el Capitán Pike descubrió el carbón en el Río Osage, Kansas.

En 1812 el Coronel George Shoemaker, de Pottville, cargó siete furgones de carbón y los condujo hasta Filadelfia; a duras penas vendió dos, regalando el resto. Se le vió como un "impositor" por intentar vender piedras negras en lugar de carbón, habiendo tenido serias dificultades para salir de la ciudad y evitar ser arrestado.

Uno de los furgones antes citados fué comprado por la casa White & Hazard, que operaba con artículos de alambre. "Toda una noche se hizo cuanto esfuerzo fué posible a fin de hacer arder el carbón, por lo cual se abandonó este trabajo, no sin dejar por la desesperación, abierta la puerta del calentador. Afortunadamente, uno de los trabajadores olvidó su saco cerca del aparato, y al regresar por su prenda, encontró el calentador todo rojo."

Y desde entonces Pennsylvania, por medio de su típico combustible, la antracita, ha hecho su riqueza, alcanzando sorprendentes proporciones la producción anual del mencionado combustible.

En 1815 Williams y Maurice Wirtz embarcaron varias canoas con carbón por los ríos Lackawaxen y Delaware, hasta Filadelfia, habiendo obtenido éxito.

En 1819 fué descubierto carbón en Centre County, en la vecindad de Snow Shoe, por una partida de cazadores, quienes notaron un afloramiento en un manantialito. Daniel Weaver embarcó un cargamento de dicho lugar a Balleronte, Penn. (cerca de 25 millas), donde fué probado por los almacenistas de artículos para herreros, encontrando que dicho carbón era de buena calidad.

En 1821 fué hecho el primer embarque de carbón de Alleghany County, Maryland, consistiendo en algunos millares de toneladas, las que fueron enviadas a Potomac, en botes. En 1823 el primer cargamento de antracita fué cargado cerca de Cape Cod, en barcos, consignados a Boston Iron Works.

Poco después, en 1825, fué por primera vez usada la antracita con todo éxito en Phoenixville, Penn.

En 1828, Karthaus, en Clearfield County, condujo la primera carga de carbón semibituminoso embarcado de Pennsylvania para Filadelfia. En el mismo año también se remitió el primer carbón para Baltimore.

En 1832 se descubrieron los carbones de Blossburg, los cuales llamaron la atención. Dos años más tarde se descubrieron los carbones del Estado de Alabama, por el Doctor Alexander Jones, de Mobile.

En 1837 por primera vez se usaron los altos hornos para fundir metales, en Mauch Chunk y Pottsville.

El primer cargamento de carbón semibituminoso de la región de Cumberland, en Maryland, fué enviado a Baltimore por el Ferrocarril Baltimore y Ohio, en 1842, durante cuyo año se cargaron solamente 1,700 toneladas, pero embarcándose después millones.

Otro tanto aconteció con el maravilloso desarrollo de la región de Broad Top, cuyo mercado se abrió en 1856. Por la misma fecha se hicieron famosos los carbones de la región de Pocahontas, en Virginia, donde en poco tiempo se elevó la producción a varios millones de toneladas anuales.

En 1749 el territorio de Pennsylvania, formado de una faja de unas 125 millas de longitud por 30 de anchura, fué adquirido por el Gobierno en la suma de 2,500 dólares. Dicha inversión produjo la cantidad de 4,000.000,000 de dólares, valor del carbón minado hasta 1895.

Hasta 1859 se desarrolló la industria carbonífera en virtud del Ferrocarril de Bellefonte y Snow, pues Valentin & Thomas fueron los que primero hicieron operaciones de carbón en Snow Shoe. En 1881 fueron empleados ya unos 300 mineros, obteniéndose una producción anual de 100,000 toneladas.

"Cuando vemos hacia Norteamérica —escribió Mr. Jovons en 1866—, nos convencemos de la superioridad de dicho pueblo en sus reservas de carbón mineral, comparado con el nuestro, y evidenciamos que el futuro de Inglaterra, depende principalmente del de Norteamérica. Las áreas carboníferas de Norteamérica e Inglaterra pueden considerarse en la relación de 37 a 15."

En fin, la inmensa región carbonífera de los Estados Unidos se extiende desde el Atlántico en el este, hasta el Pacífico en el oeste, y hacia los grandes lagos al norte del Golfo de México; en

la parte meridional, abarca los 18 Estados siguientes por orden alfabético: Alabama, Arkansas, California, Colorado, Georgia, Illinois, Indiana, Territorio Indio, Iowa, Kansas, Kentucky, Maryland, Michigan, Missouri, Montana, New Mexico, North Carolina, North Dakota, Ohio, Oregon, Pennsylvania, Tennessee, Texas, Utah, Virginia, Washington, West Virginia y Wyoming.





## CAPITULO V

### EL CARBON MINERAL EN CANADA

#### CAMPOS CARBONIFEROS DEL ESTE Y DEL OESTE

##### *Campos carboníferos orientales*

Los principales campos de esta región son: Sydney y Pictou, en Nueva Escocia (Nova Scotia), y Cabo Isla Bretón (Cape Breton Island). Los carbones son bituminosos, de buena calidad, teniendo lugar en las formaciones del Período Carbonífero, formados durante el mismo periodo que los de Pennsylvania y otros del este de Estados Unidos.

El campo carbonífero tiene lugar en la costa, donde existe cerca de una docena de mantos explotables, variando su espesor entre 60 cm. hasta 4 m. Dichos carbones se hallan contenidos en cuatro cuencas llamadas Sydney, Lignan, Glase Hay y Con Bay. Los estratos tienen una ligera inclinación hacia el mar, y en algunos lugares los mantos carboníferos se encuentran debajo del propio mar.

El campo de Pictou es notable por el gran número de mantos de carbón que contiene, pues existen más de ochenta, y aunque muchos de ellos son delgados o no comerciales, otros son bastante gruesos. Los tres principales distritos son: Westville, Albion y Vale. La estrata es notoriamente plegada, con una inclinación en muchos lugares desde 15° hasta 45°.

En New Brunswick existen pequeñas áreas carboníferas, de relativamente poca importancia comercial.

### *Campos carboníferos occidentales*

Estos campos son mucho más grandes que los anteriores, los cuales en su mayor parte corresponden al Período Cretácico. Existe un grande e importante campo carbonífero en las provincias de Alberta y Assiniboia, en donde como en la parte este de los Estados Unidos en que existen lignitos, se mejoran más y más hasta convertirse en antracita, a medida que se aproximan a las montañas. Los mejores carbones se encuentran a lo largo de los ríos Bow y Bell.

La antracita encuéntrase en Antracita Station. Estos carbones tienen lugar en diferentes horizontes del Cretácico. El espesor de los mantos varía desde 2 hasta 12 m. El área total se estima en veintidós y medio billones de toneladas.

Otra área importante existe en Vancouver Island, en la costa del Pacífico, contenida en las cuencas carboníferas, ambas en la parte oriental. En el campo meridional o Nanaimo, se encuentra el carbón en mantos de 2 a 4 m. de espesor, es coquizable y propio para generar gas. En Wellington, al norte de Nanaimo, existen también grandes minas con excelente carbón cerca del Pacífico, teniendo el manto un espesor medio de 3 m. En Alexandria, Harewood y Extention, existen también varias minas. Existen asimismo dos mantos productivos en Douglas, y en el campo de Comox, al norte de Nanaimo, existen diez mantos, los que en total tienen un espesor de 10 m., teniendo el mejor manto de 2 a 3 m. de espesor.

Por último, existen otros campos en Queen Carlott's Island, así como otros de menor importancia que se están explorando.

Las reservas de carbones minerales del Canadá son como sigue:

	Millones de toneladas
Antracita y similares . . . . .	2,380
Bituminosos y sus variedades . . . . .	312,593
Subbituminosos y lignitos . . . . .	1.043,192
	<hr/>
Total . . . . .	1.358,165

Por lo expuesto, las expresadas reservas corresponden al 16 % de las del mundo entero.

Los carbones subbituminosos y lignitos, corresponden al 77 % de la reserva canadiense.



## CAPITULO VI

### HISTORIA Y DESARROLLO DEL CARBON MINERAL EN MEXICO <sup>1</sup>

Durante mucho tiempo se creyó que no existía el carbón mineral en la República, o al menos hasta antes del año de 1850 no se habían encontrado documentos o datos que lo demostraran.

En efecto, la mención más antigua que del carbón mineral se hace en México, data del año antes citado, en que W. L. J. Birkinbine en la *Explotation of certain Iron-Ore and Coal Deposits in the State of Oaxaca*, hace referencia a que "en 1850 fué terminado un croquis de la Mixteca, bajo el título *Croquis del área carbonífera de Tlaxiaco, descubierta por José Vicente Camacho*", y sobre el cual se muestran algunos socavones y afloramientos diseminados sobre una grande extensión.

La segunda mención del carbón mineral tuvo lugar en 1852, en que por haber remitido el señor Francisco Villanueva, de los Minerales de San Francisco Ixtacamaxtitlán, Distrito de San Juan de los Llanos, Estado de Puebla, una muestra de lignito, ésta fué turnada para su estudio a una Comisión de Ciencias Naturales, integrada por los señores Ingeniero Joaquín Velázquez de León y Licenciado Felipe Zaldívar, quienes dictaminaron que:

---

<sup>1</sup> NOTA DEL AUTOR.—Con objeto de que el lector se dé cuenta de cómo se fueron obteniendo los datos acerca de la existencia de nuestros carbones minerales, se prefirió seguir el orden cronológico que el geográfico o cualquier otro.

"Siendo la muestra de referencia de la especie que los geólogos y mineralogistas llaman *carbón pardo lamoso y pantanoso*, y no habiéndoles parecido despreciable por los principios que contenía dicha muestra, hicieron el análisis respectivo, que resultó satisfactorio, por lo que consideraron digno de que se reconociese el criadero para que, de su estudio geológico, resultaran otros datos más decisivos e importantes."

En la Exposición Universal de París, de 1855, se presentaron varias muestras de carbón mineral mexicano, lo que hizo creer al público que ya existía la industria carbonífera en la República, siendo preciso aclarar que aquellas muestras sólo indicaban que entre las riquezas naturales de México, susceptibles de desarrollo, se encontraba el carbón mineral.

Sin embargo, en la memoria respectiva, de la que se hace un extracto en lo que sigue, se citan algunas procedencias de carbones minerales.

"Desgraciadamente es muy raro en México el *carbón de tierra*, hipótesis que es confirmada por su estructura geológica. En Cuernavaca, Tetela y otros lugares, por ejemplo, las venas que de carbón existen, aparecen en las estratas de caliza, las que a su vez descansan en los pórfidos. Sin embargo, las muestras de antracita, hulla y lignito que ha enviado México a París, son de excelente calidad, y demuestran que hay depósitos considerables que ejercerán algún día mucha influencia en la industria del país."

En 1857, N. S. Manross citaba el carbón pardo existente en las cercanías de Chilpancingo, Guerrero, a propósito de la exploración que hizo en el Estado, encontrando además muy importantes criaderos de fierro. Dice de este yacimiento de carbón, que podría servir para el consumo local, pero que no soportaría el transporte a otras regiones.

En 1866 se hablaba ya del campo carbonífero de Sabinas, Coahuila; el Ingeniero Jacobo Kuchler publicó una descripción fisiográfica y geológica de dicho campo y adyacentes, de la que en síntesis se extracta lo que sigue:

"La Sierra de Santa Rosa ha llamado la atención de los mineros desde hace más de 200 años. Está constituida, en lo general, por caliza de transición (*blue mountain lime*), cuyas capas en el centro

de la sierra, casi horizontales, se inclinan levemente hacia el SE., mientras que aproximadamente al pie de ella se paran más y más, hasta llegar a ocupar una posición vertical.

“En el llano sigue la formación carbonífera levantada igualmente en las orillas, y compuesta en el contacto con la caliza, de una pizarra arcillosa, arenisca carbonosa y de dos capas de carbón muy inmediatas la una de la otra, de las cuales una sale a la superficie de la tierra con un espesor de 4 pies. El carbón es de buena calidad y ministra buen coque; le sigue otra pizarra arcillosa y arenisca, y en esta conformidad, se extiende esa formación carbonífera con pocas interrupciones, desde el Pueblo del Nacimiento hasta el Río Grande. A orillas del Río de Sabinas, cosa de 8 leguas abajo de Santa Rosa, y lo mismo en Piedras Negras, en las inmediaciones de Presidio del Norte, en Laredo y en algunas otras partes, suben las capas de carbón a la superficie. Parece que por el lado sur, forman el límite de esa gran taza de carbón, a la que pertenecen los valles de Saltillo, Patos y Parras, las sierras de Agua Nueva, Pastosa y Parras, Alamo, Encinas, Hermanas y La Mota. El carbón que encontré en Parras, es muy bituminoso y pertenece probablemente a una formación más moderna. Con rumbo al norte se extiende esa formación hasta el corazón del Bolsón de Mapimí; y entre San José y Noche Buena, lo mismo que entre San Antonio del Alamo y Las Ánimas, se hallan arcillas y areniscas carbonosas. En las cercanías de Presidio del Norte, se asoma un lecho de carbón de una y media varas de espesor. Ignoro hasta dónde llega ese inmenso depósito de carbón por el norte.”

El carbón pertenece a la Época Cretácica, siendo la estratigrafía del terreno semejante a la del grupo Laramie, una de las formaciones más modernas de dicha época, la que es bien conocida en Colorado como criadero carbonífero, y su posición geológica es igual a la que tiene en las célebres minas “Rock Springs” y “Carbón Wyoming”.

El manto que sigue más abajo es el de Fox Hill, y aunque la línea de separación entre éste y el Laramie no está bien determinada, parece que en Sabinas estos grupos *están superpuestos*.

En todas las perforaciones a lo largo del Río de Sabinas se llegó a más de 1,000 pies de profundidad, no habiéndose encontra-

do el fondo de la formación Laramie; tampoco se encontraron más mantos de carbón.

En 1873 el Ingeniero José Joaquín Arriaga hacía ver en "El Minero Mexicano", que: "se estaban talando furiosamente nuestros bosques, sin previsión alguna, y que ya las montañas revestidas antes de vigorosa vegetación, aparecían estériles y desnudas debido a la acción incesante del hacha destructora.

"Si México fuese un país desheredado de la hulla, razón habría y en verdad imprescindible, para usar exclusivamente la madera como combustible; pero teniéndola casi en todos los Estados de la República, en muchos de cuyos lugares aparece a flor de tierra, es un contrasentido, un fenómeno inexplicable, una anomalía realmente extraña, el arrojarlos con las punta del pie como cosa inútil e inservible, y contemplar más bien con avidez de riqueza, la piedra sobre la cual apenas se percibe un tenue alambre de plata.

"¿México continuará siendo, por largos años, el país de las contradicciones y de las más sorprendentes anomalías?

"Cáusanos verdadero asombro que en México se vea con desdén y con indiferencia la explotación de los extensos y ricos mantos carboníferos que posee, fijando de preferencia la atención en las minas de oro y plata, desechándose como un delirio, como una cosa imposible de realizarse, el pensamiento de trabajar nuestros carbones, que rendirán más tarde tanto o acaso más que las vetas con ricos metales; cuando la grandeza de las potencias extranjeras se debe especialmente a su producción carbonífera.

"Mucho nos tememos que nuestras palabras, de todo corazón sinceras, y que hace brotar el amor que tenemos al país en que nacimos, sean tan improductivas como nuestros ricos mantos de carbón y nuestras montañas de fierro."

¡Cuánta razón asistía al autor de todo lo anterior, pues todavía en 1943 se siguen devastando nuestros bosques y aun en los propios alrededores de la Ciudad de los ex Palacios!

En 1873 el Ingeniero Pedro López Monroy, en un informe, dice:

"Increíble parece que México, de una superficie territorial no poco extensa, en todas partes su población tenga que apelar al destrozamiento de árboles para proporcionarse, en un año, el combustible



que en Inglaterra y Estados Unidos se consume en unos cuantos días, tanto más que en nuestros litorales se utilizan diversas maderas preciosas, como la caoba, el ébano, el bálsamo, etc., para ser reducidas a cenizas.

"Con objeto de resolver una cuestión tan importante y trascendental, paso a dar algunos datos sobre nuestros criaderos de carbón:

"Carbón negro apizarrado en las cercanías de la Villa de Pánuco, Ver., y de la de Tancasnequi, Tamps.; peso específico: 1.214. Calorías: 5,108.

"Carbón negro llamado pez (pechkohle), de entre Xilitla y Jacala, Hgo.; peso específico: 1.182. Calorías: 4,935.

"Lignito de Xilitla; peso específico: 1.350. Calorías: 3,434.

"Carbón pez de Jalapa; peso específico: 1.154. Calorías: 4,285.

"Carbón apizarrado de Yahualco, Hgo.; peso específico: 1.226. Calorías: 4,551.

"Lignito de Chilpancingo, Gro. Se encuentran criaderos de este combustible en dos localidades: una está en el arroyo de Pezuapa, unos 1,000 metros al sureste de la iglesia de Chilpancingo, y la otra en terrenos de la hacienda de la Imagen, cerca de la citada población, difiriendo poco en sus caracteres mineralógicos.

"Lignito pizarreño de las cercanías de El Paso, Chih.; peso específico: 1.710. Calorías: 2,847.

"Lignito de San Martín Texmelucan, Pue.; peso específico: 1.716. Calorías: 3,109.

"Lignito de Zacualtipán, Hgo.; peso específico: 1.508. Calorías: 3,163."

En 1873-1874, el Ingeniero Patricio Murphy dice acerca de las minas de Tecomatlán, Distrito de Acatlán, Pue., lo siguiente:

"La zona carbonífera que reconocí, comprende Tejaluca, Ahuatlán, Huehuetlán y Acatlán, en la margen izquierda del Poblano y derecha de los ríos Acatlán y Mixteco; Omotlán, a la izquierda del Mixteco; así como Petlacingo y Peña de Ayuquila, entre Acatlán y el Mixteco; y San Jerónimo, en la margen derecha del Acatlán. Todos estos puntos forman una zona con las dimensiones y extensión superficial de 55 leguas cuadradas.

"Por la extensión anterior se infiere que la zona en cuestión es de bastante importancia. El terreno examinado reúne los caracteres de la formación carbonífera, pues la presencia del fierro carbonatado litoide es extraordinaria; los mantos carboníferos alcanzan dos y tres metros de espesor."

En 1874 Juan B. Ochoa, acerca de la región carbonífera de Nuevo León y Coahuila, dice:

"La gran cuenca carbonífera del Bravo, que acabo de visitar, se extiende desde el SW. de Piedras Negras, Coah., hasta algunos kilómetros al NW. de Laredo, Tamps. El terreno es esencialmente carbonífero y está dividido por una serie de lomeríos que comienzan en Peyotes y que vienen a acentuarse en lo que ha dado en llamarse Ceja Madre, al NE. y SW. de Colombia, N. L.

"En Colombia y en terrenos que corresponden a agostaderos dados por el gobierno a los primeros moradores, al abrirse una noria para riego se encontró hace poco la primera capa de carbón de buena calidad, con espesor de algunos centímetros. Un poco al sur de Colombia hay un manto de carbón visible, pero descompuesto, en la orilla del Río Bravo, y cuyo carbón lo han usado los soldados de la guarnición de Colombia para quemar cal; contiene muchísimo azufre, fierro y pizarra. Dicho manto se trabajó hacia dentro en más de 100 metros al norte de Colombia, y en sus inmediaciones vuelve a presentarse el carbón, y desde allí hasta Villa Hidalgo (antes General Charles), no vi otras manifestaciones claras y exteriores de carbón. En Villa Hidalgo, en un arroyito, en su desembocadura en el Bravo, hay pequeños mantos muy angostos, los que se van ensanchando, pues en varias norias hay mantos de buenos carbones de 15 hasta 30 metros.

"Al W. y en terrenos de Lazaderos, no vuelve a manifestarse el carbón ni en la superficie, ni en las excavaciones que hice. En El Nogal y en un arroyo hay varias pequeñas capas de carbón descompuesto.

"Por la carencia de fósiles, no se puede determinar la edad geológica de la región, pero puede asegurarse su riqueza.

"En Texas y frente a Colombia, se están explotando las minas de Hunts, llamadas 'Cannel', y unos cuantos kilómetros más al N. río arriba, están las de Santo Tomás, trabajadas desde hace

muchísimo tiempo, pues tienen unos 26 kilómetros sus labrados. Los trabajadores son mexicanos, pudiéndose utilizar en una explotación formal.”

En el mismo año antes citado, el propio señor Juan B. Ochoa, refiriéndose al carbón mexicano, dice concretamente:

“Hemos al fin descubierto el carbón mineral en nuestro subsuelo.

“El país más rico no es el del oro y la plata, sino el del carbón y el fierro, cuya verdad dicha por un célebre economista, se halla confirmada por la historia de los ferrocarriles.

“Confírmase la frase de Aristóteles: ‘No habrá más esclavos el día en que el huso y la rueca trabajen solos.’

“Allá, en el heroico suelo de Puebla, en Tecamatlán, se está explotando el manto carbonífero de La Salvadora.

“El gobierno ha comprado 10,000 kg. de carbón de la primera extracción, para las maestranzas nacionales y fabricación de cañones.

“La calidad del carbón es de la mejor clase, con una ley de 59.65% de carbón; el criadero es muy extenso; la carretera construída por la compañía tiene 18 leguas hasta Matamoros Izúcar.

“Se han extraído 300 toneladas, de las que el 50 a 60% vendrán en un tren de carros guayines, que saldrán el 6 de abril para la capital de la República.

“La compañía va a abrir otra carretera hasta Puebla, la que llegará a Chalco, pasando por Cuautla.

“Parte del carbón del criadero llamado Peña de Ayuquila, a 20 leguas de Boca del Monte, estación del ferrocarril a Veracruz, y la de Tecamatlán, llegarán a nuestros más importantes centros de consumo.

“Los nombres de los fundadores de la industria carbonífera en nuestro país, merecen, pues, ser citados con aplauso por los buenos mexicanos, y la sociedad minera debe congratularse contándolos entre sus miembros. Los dueños de los criaderos carboníferos de Tecamatlán y Peña de Ayuquila son: don Ignacio Alas, don Fernando Pardo, don José Revueltas, don Felipe Escamilla y don Francisco Escamilla.”

En 1875 Manuel M. de Anda, refiriéndose a la mina "El Cristo", Tamaulipas, dice:

"La exploración de los ricos criaderos de carbón mineral que se encuentran en nuestro país, ha entrado definitivamente en el terreno de los hechos.

"El 11 de octubre de 1875, el vapor nacional 'Tamesí' había llegado al pueblo de Tempoal, 70 leguas de Tampico, con el fin de cargar carbón procedente de la mina 'El Cristo'. Doscientas toneladas de carbón fueron remitidas a Tampico para ser transbordadas a la goleta 'Evelina' y expedidas a Nueva York, en cuyo mercado fueron vendidas de antemano a un tipo superior al que tiene dicho combustible de otras procedencias. La excelente calidad del carbón de la mina citada, ha hecho que los productos de esa exploración reciban, en Nueva York, la calificación de *rich mexican coal*.

"Hace un año aproximadamente un espectáculo interesante tenía lugar para los mexicanos a orillas del Río Tempoal; un gran número de habitantes de la Huasteca saludaban entusiastas desde ambas márgenes del río, al pabellón mexicano izado a bordo del primer vapor que subió a recibir el carbón extraído de la mina 'El Cristo'."

En 1877 el Ingeniero Santiago Ramírez, en su informe correspondiente a los yacimientos carboníferos de los Distritos de Matamoros, Chiautla y Acatlán, Puebla, dice en síntesis:

"En el Distrito de Acatlán, avanzando hacia el sur de la barranca de Petzeco, después de atravesar el Río Poblano, al otro lado del cual está el pueblo de Tuzantlán, se observa que la formación dominante es la pizarra arcillosa.

"En el centro de la citada formación se encuentran varios *mantos de carbón*.

"Las antiguas excavaciones descubrieron un manto de un espesor de 3 metros.

"En toda la región he podido precisar *siete mantos carboníferos*.

"Tomando como centro Tecomatlán, los *mantos carboníferos* correspondientes a esa región, se hallan en una serie de cerros inmediatos a dicho pueblo.

“Los terrenos a que este estudio se refiere, pertenecen a la Epoca Devoniana, la que se halla representada por sus tres formaciones que sirven de asiento a la *formación carbonífera*.

“Los yacimientos carboníferos reconocidos, consisten en lechos que se formaron en el fondo de las aguas, alternando con areniscas, las que alternaron a su vez con capas accidentales por las intercalaciones de las erupciones.

“De los diez mantos reconocidos, se hallan seis en el Distrito de Matamoros y los restantes en el de Acatlán.”

En 1877 el referido Ingeniero Ramírez, en su informe relativo a los criaderos de carbón mineral en el Estado de Tlaxcala, dice:

“Ocho kilómetros al SW. de la ciudad de Tlaxcala, en terrenos pertenecientes al pueblo de San Francisco Temezontla, de la Municipalidad, Distrito y Estado de Tlaxcala, se nota una considerable depresión orográfica, que forma una cuenca limitada por los cerros de los alrededores, que en las eminencias de sus faldas forman mesetas de alguna extensión, y en las partes más elevadas de sus cimas descubren y dejan ver, aun a distancia, las rocas sedimentarias que constituyen su masa y las forman casi en su totalidad.

“En esta cuenca, donde las vertientes de los cerros limítrofes conservan en algunas partes su inclinación, se distingue una extensa barranca, llamada de Alpatláhuac, que separa el pueblo de San Mateo Huexoyucan, del pueblo de San Francisco Temezontla. Y en el fondo de esa barranca están las excavaciones que han descubierto los mantos de carbón.”

“Tres de éstos pude reconocer en el interior de los socavones, siendo el espesor medio de 42 centímetros.

“Fuera de los socavones, en diferentes puntos de la cañada y a diferentes distancias, se descubren otros mantos; siendo diez los que están actualmente visibles y alternando con la arcilla.”

En 1880, en el “Engineering & Mining Journal” se menciona que en dicho año se descubrió el carbón de la región de Sabinas, Coahuila, y que en seguida se comenzó a trabajar por medio de un chiflón que siguió el manto de carbón, en un punto donde el carbón salía a la superficie, casi junto al río y un poco

al SE. de San Felipe. Que dicho carbón se usó al principio por el señor Doctor H. B. Butcher para fundir cobre en las minas de Pánuco, 30 millas al SW. del pueblo de Candela, Coahuila, a donde se le llevaba en carretas de bueyes.

"Hasta 1884 se siguió trabajando en la forma anterior, año en que la Compañía del Alamo empezó a hacerlo en grande escala, abriendo el tiro número 1, cerca de San Felipe, del que se sacó carbón hasta el otoño de 1889, fecha en que se inundó la mina por lo cual se abandonó, la cantidad de 210,000 toneladas.

"En vista de lo dicho se abrió otro tiro de arrastre, el número 2, del que hasta marzo de 1895 se extrajeron 180,000 toneladas.

"El campo carbonífero de Sabinas fué abierto a la explotación en 1884, a un lado del actual pueblo de San Felipe, 12 millas al sur de la Estación Sabinas, del Ferrocarril Mexicano Internacional. El campo tiene alrededor de 35 millas de largo y 15 millas de ancho y está al sureste del ferrocarril y a lo largo del Río Sabinas.

"A pesar de tener la misma posición geológica que los mantos de Eagle Pass y Fuente, el carbón de Sabinas es superior en calidad a los citados y contiene 64.20% de carbón fijo, o sea más del 20% que el contenido de aquéllos; además, coquiza en buenas condiciones."

En el mismo "Engineering & Mining Journal", se hace también referencia a que se extraía carbón por medio de catas, pero después se abrió el tiro vertical "El Hondo", a 1.5 kilómetros al SW. del pueblo de San Felipe, y cuyo tiro tenía 98 metros de profundidad, del que se extrajeron hasta marzo de 1895, 478,000 toneladas.

En 1881, don Mariano Bárcena pondera los grandes destrozos que se hacían en los bosques, aboga por la explotación del carbón, del cual tiene noticias, desde 1876, de encontrarse en los siguientes lugares:

Carbón bituminoso en Tempoal, Veracruz.

Carbón negro apizarrado cerca de Villa de Pánuco, Veracruz.

Carbón negro apizarrado cerca de Tancasnequi, Tamaulipas.

Carbón negro llamado de pez (pechkohle) entre Xilitla y Jacala, Hidalgo.

Carbón negro llamado de pez (pechkohle), de Jalapa, Veracruz.

Carbón negro apizarrado de Yahualica, Hidalgo.

Lignito de Xilitla, Hidalgo.

Lignito de Chilpancingo, Guerrero.

Lignito apizarrado de cerca de Villa de Paso del Norte, Chihuahua; San Martín Texmelucan, Puebla; Zacualtipán, Hidalgo.

En 1887-1890, E. D. Cope da a conocer algunos campos carboníferos no explorados, cerca de Zacualtipán, en el Estado de Hidalgo. Describe estos carbones como lignitos del Mioceno Superior, Loup Fork Stage. Estos lignitos se encuentran a lo largo del más alto contrafuerte de la meseta central mexicana, en una localidad inaccesible, y los mantos tienen un espesor que varía de 45 a 90 centímetros (18" a 36").

En 1881-1882, H. W. Adams, en *Coals in Mexico. Santa Rosa District*, expresa:

"Que duda que muchos de los ingenieros americanos sepan de la existencia de regiones carboníferas en el territorio de nuestros vecinos del sur, que abarcan grandes superficies contiguas, colindando y extendiéndose hacia el occidente del Río Grande o Bravo. Que aún no se han hecho pozos de importancia hasta esos años, pero que hay trabajos emprendidos en las minas del Cedral y en las faldas de la Sierra de Santa Rosa, donde los mantos carboníferos se encuentran casi verticales y donde abrió varios pozos de una profundidad hasta de 80 metros. Que hacia el este de Eagle Pass, Texas, y en un circuito de 32 km., abarcando la parte mexicana, se han abierto también varios pozos y perforaciones, donde se observó que el carácter del carbón cambia o decrece en calidad bituminosa; y que duda que dicho carbón sea lignito o *brown coal*."

En 1883 el Ingeniero Miguel Bustamante, en relación con los criaderos carboníferos de las Huastecas, dice:

"En la cañada de Tesahuapan, a media legua al SW. de Atonilco el Grande, Estado de Hidalgo, se encuentra una capa de turba de ochenta centímetros a un metro de espesor, entre una ca-

pa de trípoli por la parte superior y otra de barro en el inferior. En la misma cañada, hacia el norte del punto anterior, en un lugar llamado San Isidro, entre capas de calizas compactas que alternan con pizarra muy dura, hay una de combustible mineral de poco grueso, debajo de la cual hay una arcilla ferruginosa de color amarillo de cera y que contiene cristales de carbonato de hierro.

“En San Agustín Mezquitlán, Estado de Hidalgo, punto situado entre Atotonilco y Zacualtipán, se han descubierto criaderos de lignito que han sido objeto de varios denuncios. En Zacualtipán, en un radio de cosa de tres leguas, parte en el Estado de Veracruz y parte en el de Hidalgo, se han hecho más de cien denuncios sobre una capa de lignito de calidad variable según los puntos. En la mina de Galeana, que está sobre esta capa, y que es la única que se explota formalmente, se ha llegado ya a una profundidad, en el tajo, de unos diez metros, y aún continúan apareciendo las capas de carbón que alternan con otras de arenisca y arcilla plástica, y tienen desde veinte hasta ochenta centímetros de grueso. Dirigiéndose de allí a Huejutla, se vuelve a encontrar el carbón en Atlapexco con una composición un poco diferente, pues es más bituminoso que el de Zacualtipán y tiene mayor poder calorífico. A unas dos leguas al este de este último punto está la mesa de Huautla, en cuyas faldas se encuentra también en varios puntos el referido combustible, con la circunstancia de que varía en su composición según la localidad. Aparece también el carbón de Yahualica y Chicontepec. Vuelve a encontrarse este producto hacia el norte, en las márgenes del Río de San Juan del Calabazo, a inmediaciones de Platón Sánchez, Chintepec, Mezquite y otros puntos del Estado de Veracruz, y más al norte, en Tempoal, del mismo Estado. En este último punto se encuentra un depósito de chapapote, donde brota un manantial de agua; por su ligereza respecto a ésta se reúne en la superficie y forma pequeños ojos, en los puntos en que el agua se detiene y donde es fácil recogerlo. Los habitantes lo emplean en muy pequeña escala para alumbrarse, y los más, lo aplican para usos medicinales.

“Dirigiéndose a San Luis, se encuentran indicios de carbón en San Martín, en Tamazunchale, en donde existe en estado pulverizado entre las comisuras de la caliza compacta; en Tenescalco,



en Coxcatlán y en Xilitla, en donde hay una veta poderosa entre capas de areniscas y calizas. Existen también indicios de carbón a inmediaciones de Ciudad Valles, en el mismo Estado de San Luis.

"Los siguientes fueron los puntos reconocidos: Galeana, Jil-tipan, Tehuichila, El Cinto y Chintepec, Veracruz; Juárez, Hulla, La Soledad, Zacualtipán, Vista del Río, Chiquilisco y Atlapaxco, Hidalgo; Tezintla, Acotépec, Coatzonco, Manteco, Tenantillo, Tizintla y Huautla, Morelos; y Xilitla, San Luis.

"Los lignitos de Tehuichila y de Zacualtipán son los mismos, no obstante que se encuentran en Estados diversos, formando un mismo criadero, en capas horizontales de un espesor medio de 90 centímetros."

En 1882-1883, el diputado Juan Fenochio mandó analizar varias muestras de lignito de Tlacolulan, Veracruz; y en vista de algunos análisis se mostró vivamente interesado en explotar los yacimientos carboníferos "Moctezuma" y "Guatimozin", en Tlaxiaco, Oaxaca, suponiéndose de gran importancia.

En 1883, Francis N. Holbrook, Ingeniero en jefe de las minas de Corralitas, Chihuahua, en su informe correspondiente dice más o menos lo que sigue:

"Los depósitos de carbón de Corralitos, están a unos 13 kilómetros al sur de las minas de plata de San Pedro, cantón de Galeana, del Estado de Chihuahua, y quedan hacia el norte del fin de la Sierra de la Escondida. Las primeras noticias que se tuvieron de estos depósitos son muy antiguas. En el Arroyo del Carbón es donde se presentan los crestones.

"Nunca se habían trabajado, hasta que fueron comprados por la Compañía de Corralitos, en 1880.

"Las barrenas de diamantes llegaron hasta unos 46 metros, siendo los últimos 6 metros de roca volcánica, determinando seis mantos de carbón cuyas potencias varían entre 10 centímetros y algunos metros. En seguida se abrió un pozo, suspendiéndose los trabajos por la afluencia del agua.

"A fines del mismo año, se reanudaron los trabajos.

"A 7 metros se encontró la primera veta con 60 centímetros, habiendo ensanchado hasta casi un metro. A la profundidad de

20 metros se abrió otra galería, donde brotó el agua, por lo cual se abandonó. Se abrió otro pozo, y a los 7 metros se encontró una veta de 2 metros, paralizándose los trabajos hasta obtener la maquinaria adecuada. Entre esta veta y la primera, hay otra de 1.20 metros y otras dos de 10 centímetros. Y en fin, debajo hay otra de 60 centímetros.

"Todo el carbón parece ser de buena calidad y se ha probado durante dos semanas en las calderas con todo éxito. Todo el carbón de las expresadas vetas da buen coque, con aprovechamiento de 62% del carbón.

"La longitud de los crestones alcanza de 3 a 5 kilómetros. En cuanto a la extensión lateral de las vetas, están depositadas al fin de la Sierra de la Escondida, por el norte, en una pendiente que va hacia el plan, y es de presumirse que el carbón continúe debajo de dicha sierra.

"Estando el depósito carbonífero próximo al ferrocarril y por ser accesible y extenso, se debe considerar como valioso."

Alex D. Anderson, en 1883, refiriéndose a los yacimientos carboníferos de Zacualtipán, dice: "Las formaciones geológicas son cinco; dos de éstas son *terciarias*, de las cuales una es de tepetate y la otra carbonífera; sus estratos están próximos a la horizontal, pues la inclinación es por lo general de 5°. En cinco partes del Distrito, dichas formaciones están interrumpidas por erupciones de basalto; esto ha dado por resultado el efecto de mejorar la calidad del carbón en sus alrededores.

"El espesor del tepetate varía de 100 a 150 metros; y el espesor de la formación carbonífera que está debajo, consistente en mantos interstratificados de areniscas, pizarras, arcilla y carbón, tiene de 20 a 50 metros.

"Abajo de estas formaciones hay terreno cretácico, que aparece al sur del Distrito, cerca de San Bernardo, en la forma de una caliza, con algunos bancos de mineral de hierro. Al norte, la formación cretácica aparece en la forma de pizarras.

"Ensayados los carbones de las minas 'Nuestra Señora de Guadalupe', 'La Constancia' y 'Caparrosa', resultaron ser de mejor calidad que el de las demás minas de su vecindad, siendo además el carbón de esas tres minas el único que es coquizable.

“Se estimó que en la superficie triangular que ocupan las minas referidas, existen solamente 666,000 toneladas de carbón que se puede explotar.”

En 1884, Mr. Spencer, Ingeniero de minas, según transcribe A. D. Anderson, dijo: “Subí a la montaña hasta Zacualtipán, Hidalgo, en donde encontré carbón en cantidad considerable. Al lado de todos los arroyos, quebradas y vertientes de las montañas de este Distrito, se encuentran las ramificaciones de los mantos de carbón. El carbón es bituminoso, de muy buena calidad. Dicho carbón se encuentra en capas de cuatro a dieciséis pulgadas de espesor, con otras de pizarra interpuestas entre las de carbón, pero el espesor total del carbón pasaba de cinco pies.

“Carbón de la misma calidad que el citado, ha sido encontrado también en Tecamastitlán, unas diez leguas al sur de Tulancingo. Viajando de Zacualtipán a Tulancingo, es más uniforme la superficie del terreno y no son tan frecuentes las masas de erupción que se observan por Zacualtipán, y sin duda las capas estratificadas debajo de la superficie estarán en orden regular. Según se sigue hacia la ciudad de México, en mi opinión, es donde ha de encontrarse la gran ‘Cuenca carbonífera de México’.”

En 1883, el Ingeniero Santiago Ramírez dice, acerca de unos depósitos de carbón en el cerro del Tambor, Huauchinango, Puebla, lo que sigue:

“En este cerro se encuentran varios depósitos carboníferos:

“Cortando la estratificación del cerro se ve un hilo de carbón, cuyo ancho es de 12 centímetros, muy desmoronadizo y con substancias extrañas.

“En un socavón en la misma roca y debajo de lo que pudiera llamarse el plan, se ven otros hilos de carbón, no ya cortando la estratificación de la roca, sino en posición concordante con ésta, y que solamente tienen algunos centímetros de espesor.

“Hacia el oeste del socavón se encuentra una masa de carbón que afecta la forma de cuña.

“La presencia del carbón, pues, se puede explicar por los trastornos y cataclismos geológicos.

"En resumen, dicho carbón es de poca importancia; la formación del yacimiento es Cambriana; el carbón es graso y de buena calidad, pero no es comercialmente explotable."

En 1899-900, T. E. Dumble dice en sus informes relativos lo siguiente:

"El viejo Mineral de Santa Clara, Distrito de Hermosillo, Estado de Sonora, se encuentra cerca del arroyo de la Barranca, opuesto al de Toniche, ambos afluentes del Río Yaqui, a 153 kilómetros al noroeste de la Estación Ortiz del ferrocarril; el Mineral de Taraumari o Tarahuanari, ocupa el centro de este campo.

"Calera es propiamente el campo carbonífero, llamado así por ser el nombre de uno de los arroyos afluentes del Río Yaqui; Santa Clara es donde fué descubierto primeramente el carbón mineral.

Las rocas eruptivas son traquitas, dioritas y fonolitas. Los estratos en general son concordantes.

"Las rocas eruptivas están colocadas entre los demás materiales, formando lacolitos; en algunos lugares cortan los estratos y muy principalmente en el área carbonífera, lo que da la apariencia de que súbitamente aumenta el espesor, de 0.30 a 10 metros o más.

"El manto de carbón antracítico tiene de 3 a 4 metros de espesor, metamorfoseado en coque en algunos lugares, y en grafito en otros.

"En el tiro inclinado 'Copher' que se hizo, se encontró una poca de antracita en la base del coque.

"La existencia del carbón y el coque en el mismo manto, aunque en distintas capas, es muy notable.

"Posiblemente el coque no sea debido al efecto de las rocas ígneas, pues en un manto de coque no están próximas tales rocas; en otra localidad existen bolsas de coque en un manto de 1.20 metros de antracita; y muy lejos, en la misma vecindad, no se encontró ninguna roca ígnea.

"En algunos mantos se encontró grafito a lo largo de las líneas de fractura del manto; en otros existe poco grafito; y en otros todo el manto está alterado, convirtiéndose en grafito. La existencia de grafito en los mantos de carbón y coque, es interesan-

te, puesto que demuestra la transformación de las fibras leñosas hasta el grafito, pasando por la antracita.

"El coque natural es más denso que el coque industrial, de horno o retorta.

"En el campo de Santa Clara, casi todos los mantos son explotables en algunos de sus puntos, a pesar de su forma lenticular. Aunque algunas muestras tienen estructura bituminosa, los análisis prueban que todo el carbón es antracita. Se divide en trozos rectangulares y tiene en la fractura lustre resplandeciente, pero no la dureza de la antracita de Pennsylvania. Contiene de 4 a 8% de humedad y alrededor del mismo por ciento de cenizas. Los hidrocarburos volátiles representan menos del 5%, y el carbón se encuentra en mantos de 4, 8 y 10 pies de espesor.

"El coque natural está explicado por las condiciones locales que afectaron al carbón, debido al efecto de intrusiones ígneas.

"Por medio de los fósiles, el Profesor New Berry determinó que estos mantos eran del *Triásico*. Dumble y los geólogos mexicanos han probado también que los mantos del Distrito de Santa Clara son del *Triásico*.

"En Santa María, al sureste de Hermosillo, del mismo Estado de Sonora, se ha localizado una serie de siete mantos de grafito que se encuentran en pizarra de arenisca alterada, habiendo sido derivado este grafito de mantos carboníferos, según la suposición de Hess. Las causas de la metamorfosis fueron evidentemente las intrusiones graníticas. En tanto que el grafito ha sido explotado extensamente por una compañía americana, el coque natural y el carbón no se han explotado.

"En Santa María se explota grafito (carbón metamorfoseado por una intrusión granítica). Dumble consideró el carbón de poco valor, pero cree que los coques pueden ser de importancia comercial en la localidad."

La actividad de la "Oaxaca Iron & Coal Co." atrajo el interés del Instituto Geológico Nacional, y a fines de 1908 envió un ingeniero a visitar la región mixteca, quien recogió bastantes datos y fósiles y examinó algunos afloramientos del carbón, declarando no tener importancia la expresada región, en virtud de contener los carbones el 18% de cenizas. En el verano de 1909, el propio

Director del citado Instituto, acompañado del señor Birkinbine, hizo un rápido recorrido, dando por resultado el que fueran el Profesor G. R. Wieland e Ingeniero Bonillas a visitar la Mixteca, concretándose a estudiar la correlación de las varias estratas, determinaciones petrográficas y correlación de fósiles, más bien que estudiar la geología económica.

"En el campo de Mixtepec, Oaxaca, se abrieron muchos socavones, en los que se observó que la formación carbonífera tenía un espesor hasta de 25 pies, y se prolongaba sobre una gran extensión.

"En el campo de Tezoatlán, Oaxaca, se abrieron 35 socavones, un tiro, y se hicieron varias perforaciones con barrenas de diamante, a fin de investigar la continuidad de los mantos de carbón, habiéndose concluido que los mantos tienen desde 3 pies de espesor en esta localidad, formando un espesor total de 64 pies, aunque en parte del campo las rocas intrusivas cortan la formación, dejando un manto utilizable de 35 pies, en una extensión de 3,000 acres."

NOTA DEL AUTOR.—El señor Ingeniero Birkinbine, Jefe de ingenieros de la "Oaxaca Iron and Coal Company", para explorar la región occidental del Estado de Oaxaca, naturalmente interesado en prolongar su trabajo y hacer aparecer como maravillosa dicha región, no solamente infló en grado superlativo sus apreciaciones, sino que los datos halagüenos de un lugar, los hizo extensivos a todas las zonas, lo cual quedó demostrado con posteriores trabajos de comisiones especialistas tanto nacionales como extranjeras, las que declararon con acopio de datos, lo incosteable de cualquiera explotación carbonífera en la región de que se trata.

"En la vecindad de San Javier y Los Bronces, Sonora, se hicieron algunos trabajos en los mantos de carbón, cuya formación es triásica, alcanzando de 3 a 3.50 metros de espesor, de buen carbón, con una banda de pizarra.

"Al E. de San Marcial, Son., a 40 kilómetros al NE. de Ortiz, Sonora, se encontró un material muy semejante a la antracita, el cual no fué posible hacer arder, denominándolo 'garciaite' por el apellido del concesionario, señor García. Más tarde se encontró el mismo material en los mantos de Whetatone, Arizona.

"El único carbón que se encontró en los alrededores de San Marcial, fué en la vecindad de El Salto, siendo el manto muy delgado, pero buen combustible, dando una ceniza más pesada que los carbones de Santa Clara.

"En virtud de existir carbones coquizables en la región de que se trata, los yacimientos en cuestión tienen decidida importancia comercial."

En 1905, Wm. Philips dijo: "Otra pequeña área carbonífera del Cretácico Superior, se encuentra al SE. de Ojinaga, Chihuahua. Este carbón produce un coque fino.

"Los indios lo coquizan en pequeñas cantidades. Desgraciadamente el manto tiene únicamente 38 centímetros (15 pulgadas) de potencia.

"Los campos carboníferos del Distrito de la Mixteca, en el sur de México, pertenecen al Triásico; contienen muchos mantos. El carbón es semiantracítico, pero su contenido en cenizas es más bien alto.

"El grupo de mantos carboníferos del Triásico no puede relacionarse con ninguno de los campos carboníferos de los Estados Unidos. Se les encuentra en dos distritos, en cada uno de los cuales hay muchos afloramientos aislados.

"Uno de estos distritos está en el sur de México, en los Estados de Oaxaca y Puebla (y posiblemente en Guerrero, aunque los informes de localización en este último Estado no han sido confirmados). El segundo distrito está en la porción central del Estado de Sonora."

Dumble, en 1899-1900, describe "ciertos mantos cretácicos cerca de Cabulón, al NE. de la Morita, Sonora, que son del Cretácico Superior y probablemente similares a los mantos de Eagle Pass, de Texas. Estos criaderos están formados por dos mantos de carbón profundamente alterados. El inferior es casi en su totalidad grafitico y el superior, aunque reteniendo la estructura de carbón bituminoso, es una antracita en su composición. La localización de depósitos explotables de carbón en esta área será la excepción. Muchos de estos mantos explorados están más bien situados en malas condiciones para el embarque.

“Mantos carboníferos cretácicos, afloran en las inmediaciones de la llanura costera conocida como cuenca del Río Grande, principalmente cerca de la ciudad de Eagle Pass, Texas, y cerca de las montañas de Santa Rosa, en México, y son explotados en tres campos conocidos como de Eagle Pass, Sabinas y Barroterán.

“Hay también afloramientos de estas formaciones cretácicas al sur de las montañas o al sureste de Monclova, pero hasta la fecha no se han localizado mantos que puedan rendir provecho.

“Aproximadamente a 160 kilómetros al NE. de Sabinas y a 160 kilómetros al SE. de Eagle Pass, están los campos carboníferos terciarios de Santo Tomás, que contienen carbón de edad y calidad diferente a los descritos. El manto se encuentra en la base del Eoceno y es de la misma edad que los lignitos del este de Texas, aunque el carbón, como lo afirma Penrose, es de tal manera superior a cualesquiera de los lignitos del este de Texas, que no puede ser relacionado con ellos.

“El carbón es bastante negro, vítreo y tiene fractura concoidea. Es poco pesado, se desmenuza fácilmente y tiene la apariencia del lignito alterado. Contiene una cantidad considerable de azufre.

“El manto tiene sólo 75 centímetros (dos y medio pies) de potencia y está dividido en dos partes por una capa de arcilla endurecida de 5 centímetros de espesor.

“Mantos carboníferos terciarios se encuentran en la base de depósitos del Eoceno, que están distribuidos a lo largo del contrafuerte oriental de la meseta central mexicana, y en el borde de la llanura costera. El área principal es la de Santo Tomás, cerca de la frontera con Texas. En algunas localidades del Estado de Hidalgo se han encontrado carbones del Mioceno.

“El carbón de estas tres distintas edades geológicas, está localizado en partes muy distintas unas de otras. Sin embargo, el carbón que se explota comercialmente está en las formaciones cretácicas adyacentes al Río Bravo y su afluente el Río de Sabinas, centro del Estado de Coahuila.

“Un segundo grupo de mantos carboníferos está distribuido a lo largo del borde de la llanura costera del contrafuerte oriental de la mesa central mexicana, y comprende carbones terciarios.”



Y desde 1910 en que se inició la Revolución Mexicana, hasta 1917 en que prácticamente terminó, y desde este último año hasta 1930 en que siguieron movimientos rebeldes, o más bien dicho cuartelazos, no se tienen noticias de que se hayan descubierto yacimientos de carbón, ni menos que se hayan efectuado exploraciones del mismo.

No fué sino hasta fines de 1935 que se verificaron las siguientes exploraciones de carbón mineral.

Del informe correspondiente a la exploración efectuada en la vecindad de Honey, Hidalgo, por los ingenieros Germán García Lozano y Luis G. Jiménez, en diciembre de 1935, se concluye lo que sigue:

"Las capas de lignito se encuentran a 3,370 m. al SE. de la Estación de Honey, Hidalgo, y a 1,200 m. al SW. del pueblo de San Miguel Acaxochitlán, Distrito de Tulancingo, Hidalgo.

"Entre la Estación de Honey y el pueblo de San Miguel y el lugar donde afloran las capas de lignito, la superficie del terreno se caracteriza por dos mesas bastante planas que cubren la mayor parte de la extensión.

"Entre esas dos mesas se encuentra el arroyo de Los Romerillos; las capas de lignito ocupan el borde oriental de la mesa en donde se encuentra el pueblo de San Miguel, teniendo una altitud de 2,040 m.

"La base de la formación geológica está compuesta por sedimentos *jurásicos*, con espesor de 800 m., aproximadamente.

"Sobre la superficie de rocas jurásicas inclinadas, se depositaron, en una pequeña cuenca lacustre, arcillas derivadas de la erosión de las pizarras arcillosas superiores. En estas arcillas ocurren pequeñas capas lenticulares de lignito.

"Posteriores a estas capas de arcillas lacustres hicieron irrupción rocas basálticas, en lavas, brechas y tobas.

"La formación más reciente que se considera cuaternaria, está constituida por arcilla color ocrillo y rojizo, que tiene cantos rodados de basalto de tamaño grande. Esta formación cubre la superficie de las mesas entre Honey y San Miguel.

"La formación lignitífera, conteniendo las arcillas y las capas de lignito se depositaron, como se dijo antes, en una cuenca

lacustre cuya extensión se estimó como máxima de 4 km. cuadrados y mínima de 2 km. cuadrados.

"Los afloramientos de lignito se observan en dos lugares solamente, distantes el uno del otro 200 metros. Los dos están en pequeños cantiles cortados en la formación carbonífera.

"En resumen, del estudio de referencia, se llegó a las conclusiones siguientes:

"La formación lignitífera tiene una extensión mayor de 2 y menor de 4 km. cuadrados.

"El lignito ocurre en capas lenticulares, de espesores que varían entre 3 y 40 cm.

"Solamente se conocen dos afloramientos de lignito en los que sólo se puede contar con 2 hectáreas de lignito explotable, con un espesor de 25 cm., o sea con 5,000 toneladas de lignito."

En el informe de agosto de 1936, relativo a la exploración de unos yacimientos de lignito en la vecindad de Huitzizilapan, Municipio de Zautla, ex Distrito de Teziutlán, Puebla, el Ingeniero Luis G. Jiménez, en concreto, expresa lo que sigue:

"La región de Huitzizilapan está comprendida en la Sierra de Puebla, que es parte de la Sierra Madre Oriental, y casi al borde de la Mesa Central, desde donde desciende el terreno hasta la llanura costera del Estado de Veracruz.

"El terreno es, en general, quebrado, aunque accesible.

"Huitzizilapan está a 2,544 m. sobre el nivel del mar.

"La zona de que se trata, habiendo estado indudablemente cerca del litoral, formando pantanos en donde se depositó la materia carbonosa, fué cubierta por pizarras, sobre las cuales se formaron grandes y potentes bancos de caliza de color gris azulado y de grano fino. Todos los estratos citados, como se observa en muchos lugares, pero muy marcadamente en los afloramientos de carbón, fueron plegados y dislocados, después de lo cual las erupciones posteriores de lavas andesíticas cubrieron a la caliza, quedando hoy en día, además de la citada roca ígnea, tobas volcánicas con piedra pómez y brecha volcánica de andesita.

"En la expresada zona existen tres afloramientos de carbón perfectamente bien descubiertos: el primero en la barranca de Ocoxole, a 2,430 m. de altitud, consistiendo simplemente de un hilillo

de carbón de unos dos centímetros de espesor; prácticamente este yacimiento no es de tomarse en consideración.

"El segundo afloramiento se encuentra a 6.5 km. al occidente de Huitzizilapan. Este manto carbonífero se extiende de occidente a oriente, con un echado de  $65^{\circ}$  hacia el sur, siendo su potencia de 25 cm.

"El carbón es de color muy negro, brillante; todo el afloramiento está muy intemperizado.

"El tercer afloramiento se halla al NW. del anterior y a 410 metros, o sea a 7 km. al W. de Huitzizilapan. El manto de carbón se extiende lo mismo que el anterior, de E. a W., teniendo una inclinación de  $15^{\circ}$  hacia el sur. Su potencia media es de un metro; arma entre pizarras negras y duras.

"El carbón es negro y muy brillante, y se desmorona con suma facilidad.

"Puede asegurarse que se trata de una formación carbonífera que ha sufrido varios pliegues y ha estado sujeta a muchas dislocaciones, y que solamente por medio de barrenas de diamante podrá comprobarse si se trata de dos mantos carboníferos diferentes o si es el mismo manto, y si solamente en los afloramientos de carbón existen pliegues y dislocaciones, así como si la potencia de los mantos es por lo menos de un metro, etc."

Del informe correspondiente a la exploración de los yacimientos de turba de los extintos lagos de Xochimilco y Chalco, efectuada por los ingenieros Ramón Gómez Tagle y Luis G. Jiménez, en octubre de 1937, se llegó a las conclusiones siguientes:

"En la región de Tláhuac, Distrito Federal, se practicaron 118 cepas, habiéndose encontrado que como promedio el espesor de la tierra vegetal que cubre a la turba es de un metro, y la potencia del manto de turba de 90 centímetros.

"De idéntica manera se exploró la región del Lago de Xochimilco, habiéndose abierto 133 cepas, resultando un promedio de 90 centímetros de espesor de la tierra vegetal, y de 80 centímetros la potencia de la turba.

"Por último, en la región del Lago de Chalco se practicaron 96 cepas, teniendo como promedio 1.10 metros la capa de tierra vegetal y 70 centímetros la potencia de la turba.

“Las expresadas cepas fueron abiertas más o menos a unos 500 ó 1,000 metros una de otra.

“Por los datos anteriores se dedujo que, como promedio, la capa de tierra vegetal que cubre a la turba tiene un metro de espesor, siendo la potencia del manto de turba de 80 centímetros.

“La extensión media de toda la región explorada, descontando poblados, cerros, carreteras, canales, etc., es de 13,000 hectáreas; y estimando que la explotación que se haga sea con un rendimiento del 70 %, prácticamente se podrán extraer 72,800,000 toneladas.

“El promedio de los análisis correspondientes a toda la región, es el siguiente:

Humedad . . . . .	0.00 %
Materias volátiles . . . . .	48.65 „
Carbón . . . . .	25.69 „
Cenizas . . . . .	25.66 „
	<hr/>
Total . . . . .	100.00 %
Calorías por kg. . . . .	4,488

“Comparando el análisis que antecede con los datos de las turbas de Estados Unidos, se llega a la conclusión de que las turbas de la cuenca de México pueden considerarse como de buena calidad, aunque altas en cenizas.”

Del informe del Ingeniero Luis G. Jiménez, correspondiente a la exploración de unos yacimientos carboníferos en la vecindad de Jiquilpan de Juárez, Michoacán, verificada en marzo de 1938, se extracta lo siguiente:

“La base de la región de Jiquilpan es de formación andesítica, sobre la cual fueron depositándose los diferentes materiales lacustres y la materia carbonosa que dió origen a los distintos mantos de lignito.

“Las rocas sedimentarias constituyen los depósitos lacustres, sirviendo de asiento e intercalándose el lignito en los afloramientos reconocidos, así como de cubierta a dicho combustible.

“Debido a que la mayor parte de los mantos lignitíferos junto con los demás materiales, fueron arrastrados por la erosión, no ha quedado en la actualidad sino una pequeña parte de dicho combustible, la cual permanece debajo de las pequeñas alturas formadas posteriormente, asomándose en algunos lugares como lo denuncian los afloramientos.

“*Conclusiones:* El yacimiento de lignito reconocido, es de mediana calidad y potencia, y problemática su relativa extensión para una explotación comercial e industrial, y por lo tanto, no se justificaría un estudio y exploración formal.”

En el informe del Ingeniero Luis G. Jiménez, de abril de 1938, relativo a “Unos yacimientos carboníferos en la vecindad del pueblo de Concepción Buenos Aires, Jal.”, se expone en concreto lo que sigue:

“Los afloramientos de los mantos carboníferos en cuestión tienen lugar desde las goteras del pueblo citado, el cual está ubicado en la Municipalidad del mismo nombre, ex VII Cantón de Jalisco, a unos 80 km. al sur de Guadalajara. La estación más próxima a Buenos Aires es Verdía, a 101 km. en el ferrocarril que va de Guadalajara a Manzanillo. De la estación anterior parte un camino carretero que se dirige al SE. atravesando la laguna de Sayula, y de un desarrollo de 44 km. hasta Buenos Aires. De este mismo pueblo salen varios caminos de herradura a varios puntos importantes, como Ciudad Guzmán, Tamazula, etc.

“En general, la zona en donde se hallan los mantos de carbón que es lignito, es una depresión que forma una gran cuenca hidrográfica, limitada por cerritos que en las eminencias de sus faldas forman mesetas de regular extensión.

“En la cuenca citada se descubren con toda claridad las rocas de la formación inferior eocena, representada por la arcilla plástica, la cual sirve de asiento a los mantos carboníferos.

“De una manera general, la formación carbonífera la constituyen pequeños y medianos mantos de lignito, alternando con pequeñas bandas de arcilla blanca, y cuya formación descansa sobre una capa de arcilla plástica de color gris oscuro, debido a que la ha impregnado y teñido el carbón.

"A 1 km. al NE. del centro de Buenos Aires y en el lecho de un arroyo pequeño, se encontró un afloramiento a unos 5 m. debajo de la superficie, el cual, en total, tiene 1.60 m. de espesor. El rumbo del manto es de SE. 5°, con una inclinación de 1° al NE.

"El lignito de este afloramiento puede clasificarse como *xyloide*; su estructura es pizarreña y su color es negro parduzco, su textura transversal que es ligeramente concoidea, es negra, con lustre de cera, siendo en lo general mate.

"Según los análisis correspondientes, este lignito tiene un poder calorífico de 5,910 calorías.

"A unos 1,900 m. con rumbo NE. del afloramiento anterior, se encontró otro afloramiento lignitífero en el pequeño arroyo El Nejallo, que por sus características parece ser el mismo manto, aunque muy descompuesto, y por lo mismo su poder calorífico es de 1,893 calorías."

Las conclusiones finales son:

"Que el yacimiento en cuestión es susceptible de ser explotable comercialmente, y que procede efectuar una exploración seria y amplia."

En diciembre de 1938 terminó el Ingeniero Luis G. Jiménez la exploración del yacimiento de lignito de Chilpancingo, Guerrero, y sus alrededores, del cual solamente se tenían datos de ubicación dados por el Ingeniero Pedro López Monroy, desde 1873, y cuya síntesis es la siguiente:

"Que el actual valle de Chilpancingo fué un antiguo lago cuaternario que desapareció al establecerse la comunicación con los valles adyacentes, al abatirse el portezuelo de Petaquillas, y en cuyo lago tuvo lugar la formación lignitífera, en la parte superior del depósito cuaternario.

"Los yacimientos de lignito se hallan en el casco de la propia ciudad de Chilpancingo y sus alrededores. El afloramiento más lejano que se encontró está a 2,200 m. al SE. de la iglesia de Chilpancingo, en el Arroyo de Mipizaco; tiene un rumbo de NW. 5°, una inclinación de 10° hacia el NE. y una potencia media de 60 cm.

"El lignito es de color oscuro, de estructura laminar, es ligeramente agrio y quebradizo; su raspadura es de color pardo rojizo.

Este lignito, según los análisis respectivos, tiene solamente 633 calorías.

"A 1,400 m. al SE. de la iglesia de Chilpancingo y a 300 m. al E. de la misma se efectuaron dos pozos de sondeo, habiéndose encontrado hasta la profundidad media de 1,75 m. un manto de lignito de un espesor medio de 90 cm., de color negro mate, tirando a pardo; su estructura es laminar, ligeramente agrio y quebradizo, dando una raspadura de color negro-rojizo.

"El poder calorífico medio del lignito es de 1,870 calorías.

"La extensión del yacimiento no es de consideración.

"Por lo expuesto, no es económica ni industrialmente explotable en grande escala, pero se aconseja se haga una exploración con barrenas de mano, con objeto de cerciorarse de la posibilidad de efectuar una explotación en pequeña escala."

Por lo anterior, se habrá visto que en casi todos los Estados de la República existen yacimientos de carbón mineral en escala más o menos grande, en Puebla, Veracruz, Guerrero, Oaxaca, Michoacán, Jalisco, Sonora, Sinaloa, etc., pero muy principalmente en Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas, en donde existen los mayores y mejores yacimientos carboníferos.

La formación carbonífera de Coahuila está constituida por rocas calizas del Cretácico Superior. Su configuración es la de una llanura inmensa, en la cual se levantan pequeñas montañas formadas por pliegues anticlinales que han dado lugar a diversas cuencas carboníferas en que se considera dividida la región. La extensión de ese terreno está limitada al norte por el Río Bravo: al poniente por las sierras del Burro, Santa Rosa, Oballos, Hermanas y San Blas, y tanto al sur como al oriente se extiende hasta los límites de la cuenca hidrográfica del Río Salado y sus tributarios, llamados Alamos, Sabinas, Nadadores, Candela, etc.

La zona que principalmente se ha explorado y una gran parte de la cual se encuentra en plena explotación, está en la región noroeste del Estado de Coahuila, lindando con el Estado de Texas, de los Estados Unidos del Norte. Toda esta zona se comunica por ferrocarril con la ciudad de Saltillo, con la de Piedras Negras, Coahuila, y con Eagle Pass, Estados Unidos. Por la primera de las po-

blaciones citadas pasan los Ferrocarriles Nacionales siguientes: el que parte de la Ciudad de México, pasando por San Luis Potosí, en donde se comunica con el puerto de Tampico y con la ciudad de Aguascalientes; el que va a Torreón, ciudad esta última por la que pasa el ferrocarril que va de México a Ciudad Juárez; y por último, el que de la mencionada población de Saltillo sigue a Monterrey y llega a Nuevo Laredo. El Ferrocarril Nacional entre Saltillo y Piedras Negras, pasa inmediato a algunos de los campos carboníferos y de algunas de las estaciones de su línea, como Barroterán, Sabinas y Río Escondido, de donde parten ramales a los campos carboníferos que están en explotación.

Las cuencas o campos carboníferos que están perfectamente reconocidos en el Estado de Coahuila, son: la de Fuente, inmediata a Piedras Negras; la de Sabinas, como a 116 km. al sur; y muy inmediata a la anterior, la de Esperanzas; como a 150 km. al sur están las de Saltillito y Lampacitos; al poniente de las anteriores se tiene la de San Blas; y por último, al SE. de las anteriores, está ubicada la de San Patricio.

*Cuenca de Fuente.*—Se extiende en una superficie aproximada de 8,000 hectáreas en la margen derecha del Río Bravo, estimándose como la continuación hacia el sur de los yacimientos carboníferos que se explotan en el Estado de Texas, Estados Unidos de América, en las inmediaciones de Eagle Pass y de Laredo. La existencia de este manto se ha reconocido en Colombia, Nuevo León, y llega hasta cerca de Villa de Mier, Tamaulipas.

En esta cuenca se iniciaron algunos trabajos mineros en el año de 1891, por la "Piedras Negras Coal Co.", habiendo tenido una producción de 30,000 toneladas de carbón; después, en la misma región, la "Fuente Coal Co." desarrolló las minas de Fuente, y en un período de diez años (1894-1904) obtuvo cerca de un millón de toneladas; posteriormente, a inmediación de las antiguas minas de Fuente, se siguieron explotando otras minas, como fueron las llamadas Porfirio Díaz; posteriormente se han seguido explotando en pequeña escala las minas de Fisher, con un promedio de 500 toneladas mensuales, y la de La Constancia con 1,500 toneladas en el mes.



**Explicación.**

**Paisaje del tiempo del Cretáceo superior.**

1. Didelphys (Delfo)
2. Hesperornis (Pájaro con dientes)
3. Ichthyornis
4. Pteranodon (Pterosaurio)
5. Claosaurus (Ortopodo)
6. Alligator (Cocodrilo)
7. Mosasaurius (Lepidosaurio)
8. Plesiosaurus (Sauroptérico)
9. Protosphargis (Tortuga, Dermochelónidos)
10. Chelone (Tortuga, chelonio)
11. Crioceras
12. Beudanticeras (Amonites)
13. Scaphites (Calamares)
14. Turritites
15. Actinonella (Gastropodo ó caracol del mar)
16. Hippurites (Bivalvo)
17. Cyphosoma (Erizo)
18. Crodneria (Erodadera)



**Fósiles característicos**

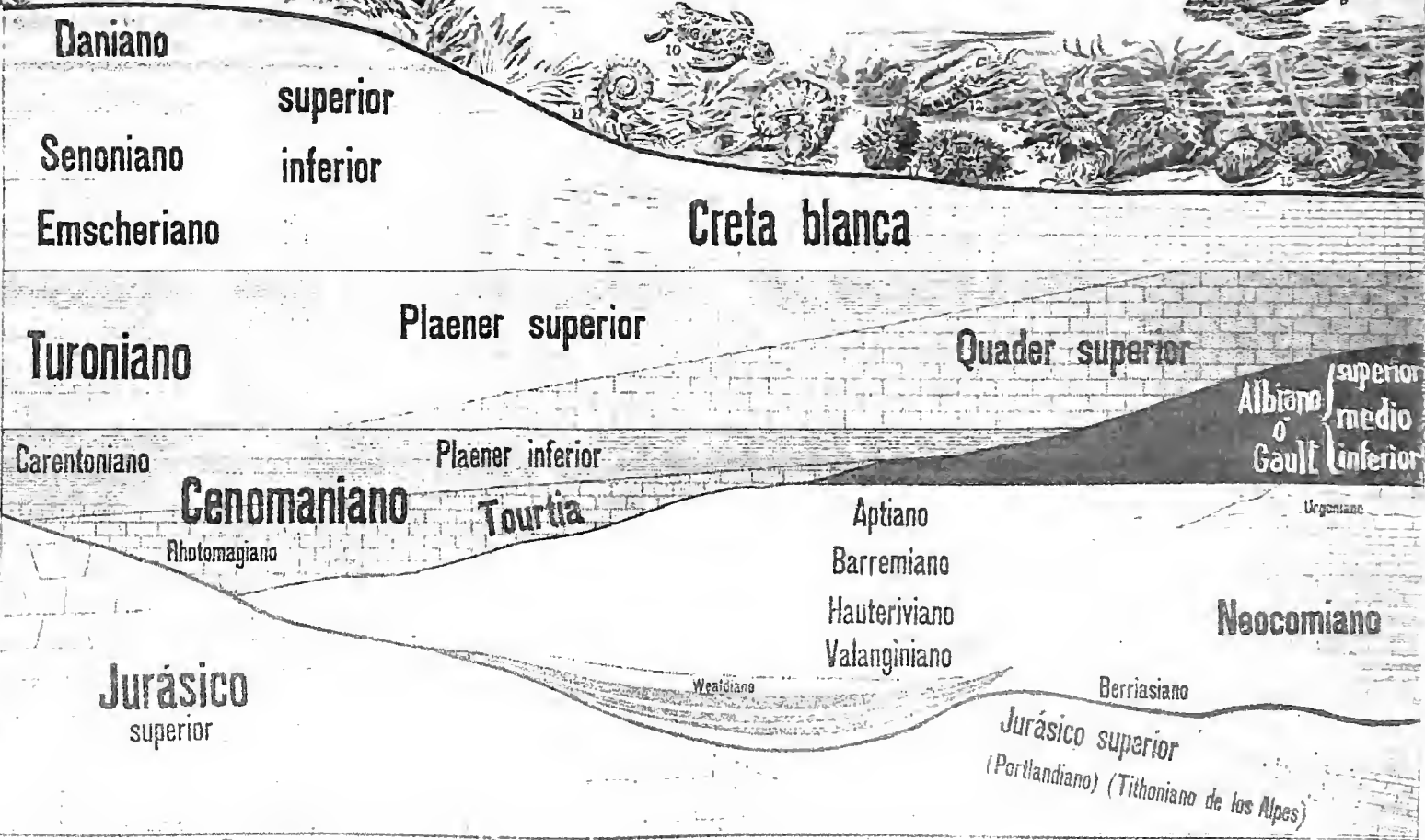
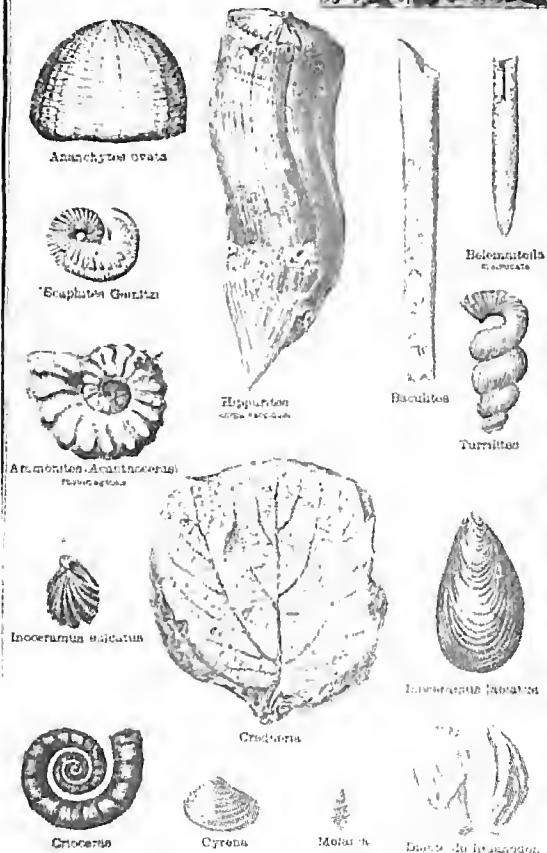


LÁMINA IV. Formación cretácica.



Como a 12 kilómetros al suroeste de las minas que se acaban de mencionar, se encuentran las de Río Escondido, de la "Compañía Carbonífera de Río Escondido, S. A." Esta compañía emprendió sus trabajos por el año de 1904, abriendo varias minas que sucesivamente se han explotado desde aquella época aunque con algunas interrupciones. Estas minas cuentan con un ramal de ferrocarril, como de 8 kilómetros, que parte de la estación denominada Río Escondido, distante 18 kilómetros al sur de Piedras Negras; actualmente están abandonadas.

En la misma cuenca, aproximadamente a 10 kilómetros al suroeste de Río Escondido, se hallan las minas Fénix de la Compañía Carbonífera del mismo nombre. Cuyos trabajos datan de principios del siglo actual; dos de sus minas tuvieron un gran desarrollo, pero se suspendieron los trabajos de ellas debido a la gran cantidad de agua que se les infiltraba, encontrándose actualmente todavía paralizadas.

El manto de carbón que se explota en la cuenca de Fuente tiene un espesor medio de 1.25 m. con una inclinación de 1° ó 2° hacia el sureste: tanto por los caracteres físicos como por su composición química, su carbón es un lignito bituminoso compacto; su análisis da por término medio de 1 a 3% de humedad, 35 a 40% de materias volátiles, 40 a 50% de carbón fijo y 18 a 20% de cenizas; al quemarse arde con facilidad, dando una llama larga, lo cual, unido a su fuerte proporción de materias volátiles, hace que este combustible sea muy apreciable para usarlo en las calderas para la generación rápida de vapor, así como para la generación de gas. Por las razones anteriores y debido a la existencia de una vasta zona sin explorar en la margen derecha del Río Bravo, se cree que esta región tendrá gran importancia en el porvenir, y se estima seguro que en ella se establecerán grandes negocios industriales.

*Cuenca de Sabinas.*—Esta cuenca indudablemente es la más importante en el país por la magnitud de las explotaciones que en ella se han emprendido; se encuentra situada a 117 kilómetros al sur de Piedras Negras, extendiéndose a lo largo de los ríos Sabinas y Los Alamos, en una longitud de 55 kilómetros de sureste a noroeste, por una anchura máxima de 25 kilómetros; se estima que su superficie llega a 90,000 hectáreas. Por sondeos que se han practi-

cado en diversos puntos, se ha reconocido en esta cuenca la existencia de dos mantos carboníferos explotables, pero de los cuales sólo puede explotarse con ventaja el superior; tiene éste un espesor comprendido entre uno y dos metros, su inclinación es variable debido al sinclinal que separa esta cuenca de la de Las Esperanzas, pudiéndosele asignar una profundidad media de 100 metros.

De dicho manto superior se extrae un carbón que por su composición, textura, aplicaciones, etc., se considera como carbón bituminoso o hulla grasa; su análisis da por término medio 15 % de cenizas, 65 % de carbón fijo y 20 % de materias volátiles; su alto contenido de carbón hace que su empleo sea ventajoso para el calentamiento de las calderas de las máquinas de vapor, y se le estima, además, porque da coque de buena calidad, que se utiliza en las fundiciones de minerales establecidas en el país.

En esta cuenca de Sabinas fué donde se produjo, por el año de 1884, el primer carbón mineral en México, que se extrajo de la mina San Felipe, de la compañía "Sabinas Coal Mines"; esta mina, actualmente abandonada, se encuentra a 20 kilómetros al sureste de la estación de Sabinas, y en ella se trabajó durante dos años, teniéndose una producción total de carbón de algo más de 100,000 toneladas, el cual se usó en las máquinas de los ferrocarriles. En 1887 se organizó la "Coahuila Coal Co.", que abrió la mina "Hondo", muy cerca de la de San Felipe; esta compañía trabajó hasta el año de 1904, habiendo desarrollado ocho minas en esa región, con una producción total de cerca de 2,500,000 toneladas de carbón; estableció una batería de 120 hornos para coque de los llamados de "panaderos" o "colmenas", habiendo obtenido 350,000 toneladas de coque. La negociación que explotó la mina de San Felipe se reorganizó en el año de 1888 bajo la razón social de "Alamos Coal Co.", emprendiendo de nuevo la explotación de la mina, que duró hasta el año de 1901.

En la actualidad las principales negociaciones que están operando desde hace varios años en el campo minero de que se habla, son las siguientes: la "Compañía de Combustibles Agujita, S. A.", "The New Sabinas Co., Ltd.", la "Compañía Carbonífera de Sabinas, S. A." y la "Compañía Carbonífera Consolidada de Coahuila, S. A."; además se han explotado en pequeña escala las minas

llamadas "Sauceda", "Menor", "Refugio", "Santa María", etc., algunas de las cuales se encuentran todavía en trabajos.

La "Compañía de Combustibles Agujita, S. A.", es subsidiaria de la Compañía Minera de Peñoles, S. A., cuyas oficinas principales están en Monterrey, Nuevo León. Las minas de esta compañía se encuentran como a 6 kilómetros al poniente de la estación de Sabinas, habiendo para ellas un ramal del ferrocarril y también una carretera.

Las minas que se abrieron se distinguen con los números 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7; esta última llegó a su límite de explotación en 1940, año en que también terminaron los trabajos. Las actividades en estas minas empezaron el año de 1905, habiéndose obtenido una producción total de carbón de piedra, hasta 1940, de 5.600,000 toneladas; su producción media mensual era de 20,000 toneladas. Tiene esta compañía una planta de 460 hornos de coque del sistema "Beehive", que han dado 1.250,000 toneladas de este producto, habiendo sido el promedio mensual de 5,000.

Los hornos de coque están acondicionados para poder aprovechar el calor de los gases que se desprenden en el calentamiento de una batería de calderas, cuyo vapor hace funcionar unas turbinas que generan toda la energía eléctrica necesaria para las diversas dependencias de la negociación.

La "New Sabinas Co., Ltd." está ligada con "The Mazapil Copper Co., Ltd.", que tiene sus oficinas principales en la ciudad de Saltillo, Coahuila. Las minas se conocen con el nombre genérico de "Cloete" y comprenden los tiros 1, 2 y 3. Están localizadas al poniente de las de Agujita, a una distancia aproximada de 4 kilómetros, y llega a ellas un ramal del ferrocarril de Sabinas.

Los trabajos en estas minas se emprendieron en el año de 1907, habiéndose extraído hasta la fecha una cantidad que excede de 2.000,000 de toneladas; en la actualidad sólo se trabaja el tiro número 1, con una producción media mensual de 15,000 toneladas. El análisis del combustible que de ella se obtiene da en promedio 1% de humedad, 23% de materias volátiles, 52% de carbón fijo y 24% de cenizas. Algo de este carbón se convierte en coque, para lo cual se dispone de una planta lavadora y de 300 hornos de "panaderos"; se han producido como 650,000 tone-

ladas de coque, obteniéndose 2,500 mensuales; su análisis da 0.5 % de humedad, 1.5 % de substancias volátiles, 80 % de carbón fijo y 18 % de cenizas. El terreno de que dispone la Compañía es de 1,200 hectáreas, de las cuales se han explotado 250, calculándose que el carbón que aún queda por extraer en el resto del terreno, excede de 13.000,000 de toneladas; por consiguiente, aun duplicando la producción actual de esta compañía, las reservas que posee son suficientes para mantener la explotación por un período de más de 50 años.

La "Compañía Carbonífera de Sabinas, S. A.", perteneciente a la "American Smelting & Refining Co.", operó en el campo carbonífero denominado Rosita, que queda al poniente de las minas de Cloete y colinda con ellas. El ramal del ferrocarril que parte de Sabinas y que, como se ha dicho, pasa por Agujita y Cloete, llega hasta Rosita, distante 15 kilómetros al poniente de Sabinas, Coahuila.

Esta empresa inició sus trabajos por el año de 1923, y en la actualidad es la que ha logrado mayor desarrollo; su producción hasta 1941 ha sido como de 3.000,000 de toneladas de carbón y cerca de 1,000,000 de toneladas de coque, para cuya fabricación se tenía anteriormente una batería de hornos, los que se han substituído por hornos-retortas del sistema Wilputte; además, se tiene una planta completa para aprovechar los derivados que se obtienen de la destilación del carbón.

La producción del tiro o de la mina número 6, única que actualmente se trabaja, es por término medio de 40,000 toneladas mensuales, y de ellas se convierten en coque aproximadamente 25,000, obteniéndose como 18,000 toneladas de ese producto. El manto que se explota tiene una potencia media de 2 m., y el análisis del carbón da por término medio la composición siguiente: 27.5 % de materias volátiles, 64.5 % de carbón fijo y 8 % de cenizas; el coque ensaya: 1.5 % de humedad, 1.5 % de materias volátiles, 82 % de carbón fijo y 15 % de cenizas. La extensión de la cuenca carbonífera que pertenece a la compañía es de 11,200 hectáreas, de las que se calcula que se han explotado 250 y que hay reservas suficientes para sostener la explotación por un período de 75 años.

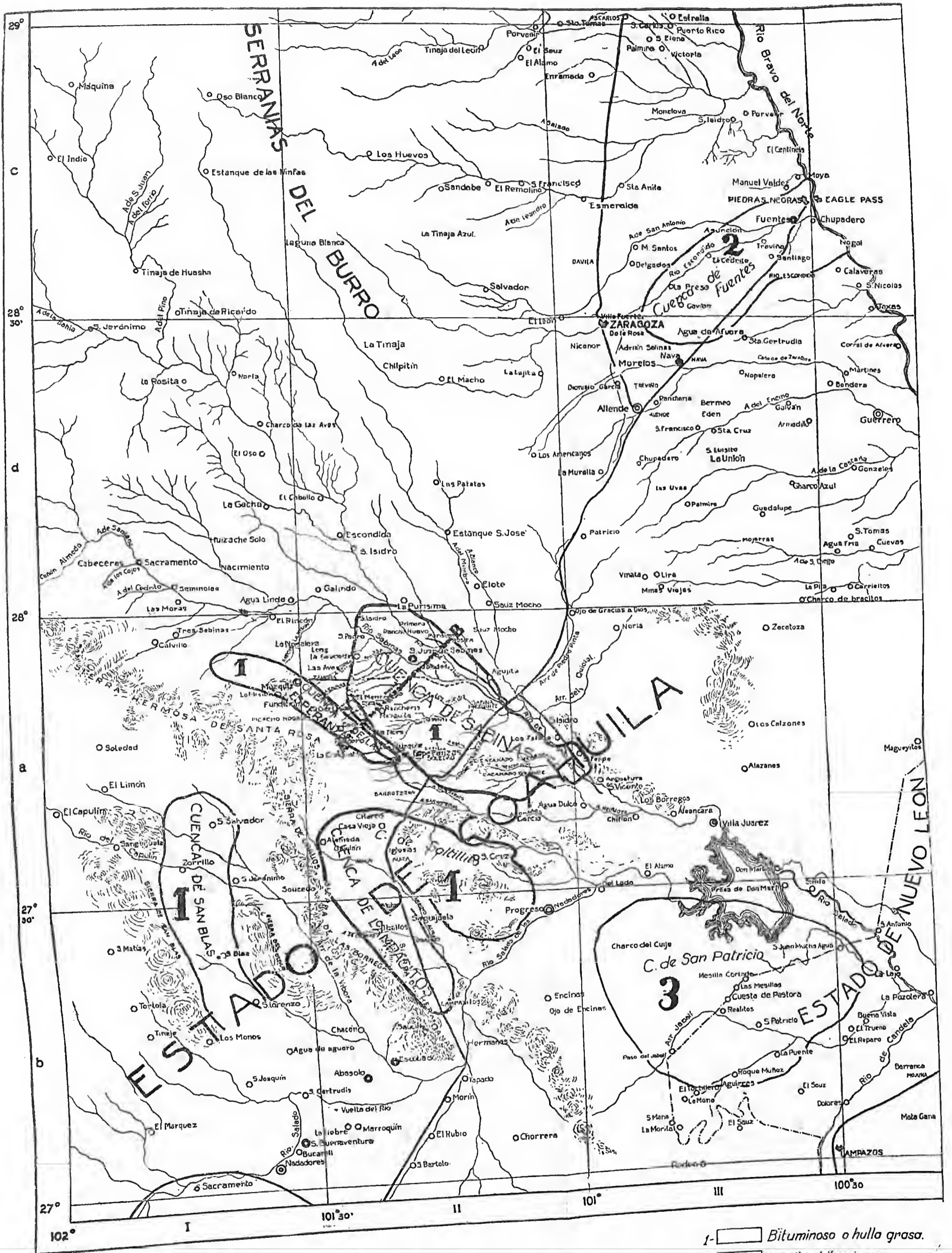
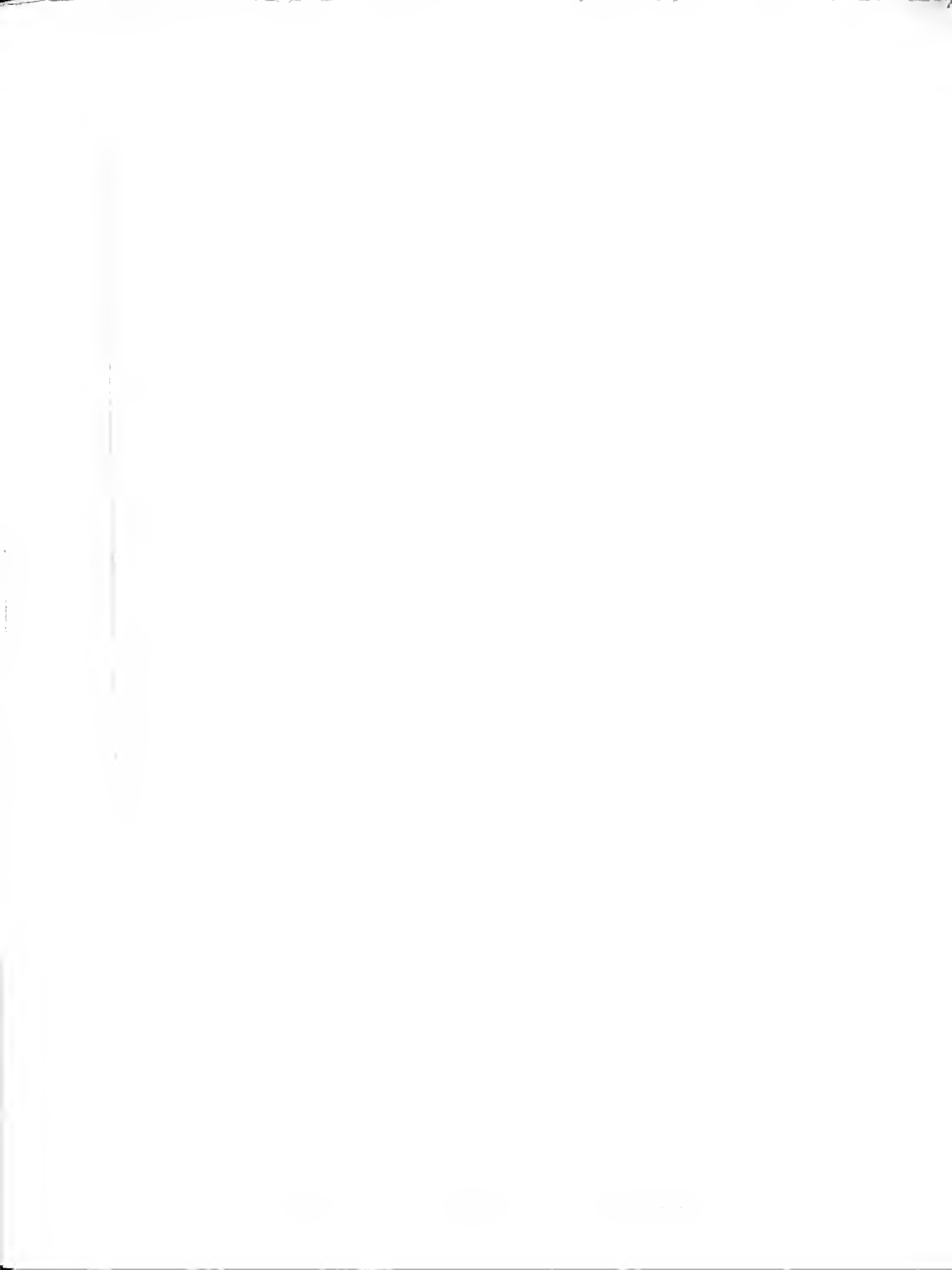


LÁMINA V. Plano de las principales cuencas carboníferas del NW. del Estado de Coahuila

- 1- Bituminoso o hulla grasa.
- 2- Lignito bituminoso.
- 3- Lignito terciario.





La "Compañía Carbonífera de Sabinas" es, en su ramo, como se ha dicho, la más importante del país; cuenta con departamentos perfectamente acondicionados y montados con maquinaria moderna para la explotación de su mina, para el lavado del carbón, para la producción del coque, para la recuperación de derivados, para la generación de fuerza eléctrica con poderosas turbinas de vapor y para su planta de beneficio de minerales zincíferos, en la que se aprovechan como combustible los gases desprendidos de los hornos de coque, etc.

Las cantidades de productos y subproductos que se obtenían al mes como promedio, a fines de 1941, fueron las siguientes:

<u>Producción mensual</u>	<u>Producto</u>
18,000 toneladas	Carbón "Todo Uno".
3,000 "	" garbanzo, lavado.
9,000 "	" fino, lavado.
3,000 "	" nuez, lavado.
17,000 "	Coque metalúrgico.
13,000 "	" nuez.
285 "	Brea de alquitrán de hulla granulada.
757,080 lts. (200,000 galones)	Alquitrán de hulla.
246,053 " ( 65,000 " )	Creosota.
227,126 " ( 60,000 " )	Benzol (combustible para motores)
170,344 " ( 45,000 " )	Aceites "ligeros".
11,356 " ( 3,000 " )	Pintura para estructuras.
18,927 " ( 5,000 " )	Solvente delgado crudo.
202 ton. (450,000 libras)	Sulfato de amoníaco.
700 "	Acido sulfúrico comercial.
1000 "	Zinc.

El número de obreros que se ocupan en las diversas dependencias de esta negociación excede de 2,000, y hay cerca de 150 empleados.

La "Compañía Carbonífera Consolidada de Coahuila, S. A.", tuvo a su cargo las minas de Palau, que están ubicadas en la región


suroeste de la cuenca de Sabinas. Posteriormente las trabajó la "Compañía Explotadora y Administradora de Minas, S. A.", y desde 1936, por Decreto Presidencial, pasaron a manos de los obreros.

Las minas de que se trata se encuentran como a 9 kilómetros al noreste de la ciudad de Múzquiz y a 23 al poniente de la Estación de Barroterán, pasando por ellas el ferrocarril que corre entre Barroterán y Múzquiz. En esta región se abrieron cinco minas, iniciándose sus trabajos hace como 25 años, pero en la actualidad sólo se trabaja la número cinco; la producción de carbón es algo reducida, variando de 8,000 a 10,000 toneladas mensuales; se ha hecho la instalación de una batería de hornos para coque, produciendo actualmente unas 600 toneladas mensuales de dicho combustible.

En la cuenca carbonífera de referencia, además de las explotaciones que llevan a cabo las compañías mencionadas, hay otros campos en que se han emprendido exploraciones y trabajos en pequeña escala, revelándose en todos ellos la existencia del combustible; entre esos campos se tienen los de El Menor, al oriente de Palau, con una extensión de 2,500 hectáreas, en el cual se desarrollaron algunos trabajos mineros, pero en la actualidad están abandonados; al noroeste de Palau, está el campo de Saucedá, de 2,400 hectáreas; hacia el noroeste se encuentra el campo del Refugio, con una extensión de 1,000 hectáreas, y por último, en la parte occidental de la cuenca existe el campo de Santa María, que comprende cerca de 2,000 hectáreas.

Por los datos que se dejan anotados sobre la extensión de los terrenos que comprenden las minas y los que se han explorado, se ve que la superficie en que se han emprendido trabajos es de cerca de 30,000 hectáreas y que su extensión total se estima en 90,000; queda, pues, en esta cuenca, una gran extensión, aproximadamente de 60,000 hectáreas, en la que podrán emprenderse negocios carboníferos.

*Cuenca de Las Esperanzas.*—Muy inmediata, hacia el sur y suroeste de la Cuenca de Sabinas, está la conocida con el nombre de Las Esperanzas, que tiene una forma alargada y relativamente algo estrecha, estimándose que su superficie es como de 25,000



hectáreas, localizadas en las vertientes norte de la Sierra de Santa Rosa. El manto de carbón de esta cuenca alcanza un espesor medio de 2.5 m. y su análisis da en promedio los siguientes componentes: 1% de humedad, 19% de materias volátiles, 68% de carbón fijo y como el 12% de cenizas. Es, por tanto, el carbón, superior a los anteriores.

En la parte oriental de la cuenca, a una distancia de 9 kilómetros al poniente de la Estación de Barroterán, se encuentra el Mineral de "Las Esperanzas", en el cual, por el año de 1900, la "Mexican Coal and Coke Co." emprendió en el país los primeros trabajos de alguna importancia en la explotación del carbón; se han abierto 19 minas, cuya producción alcanzó, poco antes de la Revolución, un máximo de 512,000 toneladas en un año, habiéndose obtenido en un período de 4 años cerca de 1.700,000 toneladas de carbón. Esta empresa fué la que estableció los primeros hornos para coque, llegando a tener 220 hornos de colmena y 50 de retorta, sistema Coppé; la extensión de la cuenca que pertenece a la compañía es de 9,000 hectáreas, de las cuales se han explotado como 1,000.

En la actualidad los trabajos mineros en esta región, se han reducido considerablemente, por administrarlos los obreros, pues sólo se tienen en actividad dos pequeñas minas; su producción de carbón apenas llega a 8,000 toneladas mensuales, habiéndose suspendido la fabricación de coque por haberse abandonado los hornos.

En la región occidental de la cuenca se han trabajado también algunas otras minas en pequeña escala, como son las denominadas "Guadalupe", "El Nogal", "La Huizachosa", "La Victoria" y "La Luz"; pero se han suspendido sus trabajos.

Se han hecho más exploraciones de importancia en algunos otros lugares, como en El Cedral, situado a 12 kilómetros al suroeste de la ciudad de Múzquiz; Simón, distante 5½ kilómetros al sur; y Zamora, a 3 kilómetros al oriente de la misma población de Múzquiz, etc.; reconociéndose en todas ellas la existencia de mantos carboníferos explotables. La citada población de Múzquiz queda a 40 kilómetros al poniente de la Estación de Barroterán, con la que está unida por un ramal de ferrocarril que pasa por el Mineral de "Las Esperanzas".

*Cuenca de Saltillo.*—Está ubicada a unos 9 kilómetros al sureste de la Estación Barroterán y comprende una extensión como de 70,000 hectáreas, de las cuales se han explorado por sondeos cerca de 10,000, encontrándose dos mantos carboníferos cuyo combustible tiene una composición muy semejante al de "Las Esperanzas"; se abrieron además tres tiros inclinados por la "Compañía Carbonífera del Norte, S. A.", pero no se llegaron a desarrollar trabajos de importancia debido a la Revolución, que los paralizó, habiéndose únicamente calculado que es de cerca de 32,000,000 de toneladas la cantidad probable de carbón explotable que podrá extraerse de esa cuenca.

*Cuenca de Lampacitos.*—Queda al oeste de la anterior, sobre la vía del Ferrocarril de Saltillo a Piedras Negras, kilómetro 253; la parte explorada comprende una superficie de 18,000 hectáreas, que en parte han sido explotadas por la "Compañía de Combustibles Agujita, S. A."; sus trabajos se emprendieron por el año de 1910, pero tuvieron que suspenderse en 1913 con motivo de los disturbios políticos habidos en el país; se reanudaron en el año de 1918 y duraron los trabajos hasta 1923. Se abrieron cinco minas, de las cuales se obtuvo una producción total de 600,000 toneladas; tiene establecida una planta de 36 hornos de retorta para la elaboración de coque, y se estiman en 4,500,000 toneladas las reservas contenidas en sus terrenos. En la actualidad esta compañía ha suspendido completamente sus actividades.

*Cuencas de San Patricio y de San Blas.*—Estas regiones carboníferas apenas han sido reconocidas y exploradas; la primera queda entre el arroyo del Sauz y los ríos Salado, Nadadores y Candela; la superficie que de la primera se ha reconocido es de cerca de 180,000 hectáreas. La de San Blas queda al poniente de la Sierra de Oballos; su extensión completa no se ha determinado, pero comprende, como la anterior, una grande superficie. La circunstancia de que no se hayan explotado estas vastas cuencas obedece a la poca demanda de carbón y productos derivados de él, por no haber en la actualidad establecidas en el país grandes industrias que requieran su consumo; pero por lo expuesto se tendrá idea de la importancia de los yacimientos carboníferos de la República, de los que

Cuencas Carboníferas  
de  
"Las Esperanzas" y "Sabinas"  
Coahuila

CORTE SEGUN A-B DEL PLANO  
ESCALA 1:30,000

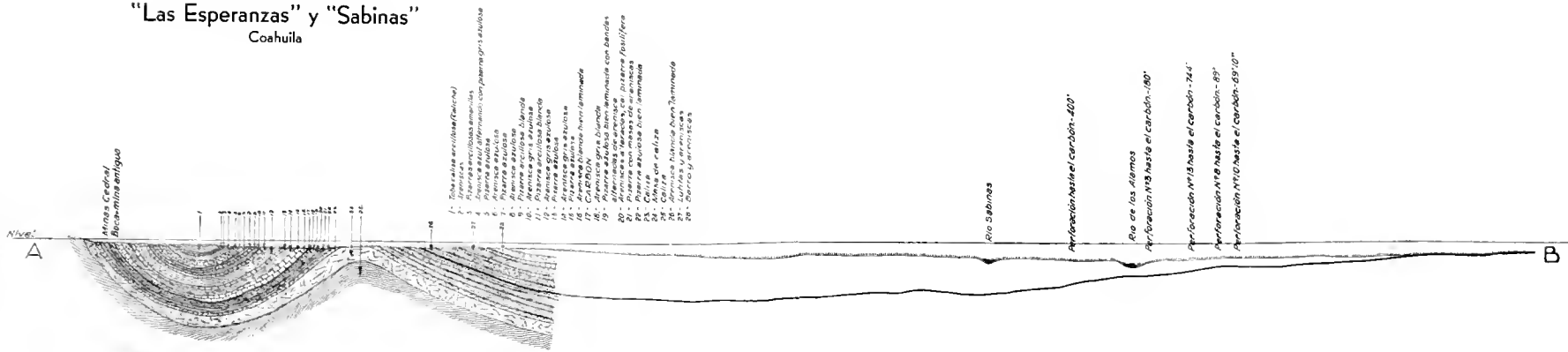


LÁMINA VI. Corte de cuencas carboníferas



en la actualidad sólo se ha explotado una pequeña porción del terreno carbonífero del Estado de Coahuila.

### *Producción de carbón y coque en el Estado de Coahuila*

*Producción de carbón desde 1902 hasta 1940.*—Debido a la falta de control de las minas de carbón por parte del Estado, desde 1889 en que se tienen noticias se abrieron las primeras minas carboníferas en la República hasta antes de la Revolución, no existen datos estadísticos, y por consiguiente, durante ese período de desorden natural, menos se pudieron obtener dichos datos; por lo que no fué sino hasta 1921 en que comenzó prácticamente la normalización de los negocios, y por ende, el control oficial.

Sin embargo, en 1917, la "Mexican Coal and Coke" proporcionó al autor la producción no solamente de carbón, sino también la de coque, desde 1902 hasta 1913 (año este último en que tuvo lugar la segunda etapa de la verdadera Revolución Mexicana), y cuyos valores se estimaron a razón de \$ 5.00 la tonelada de carbón y a \$ 15.00 la tonelada de coque. Actualmente el carbón vale \$ 14.00 y el coque \$ 38.00 la tonelada.

*Producción de coque.*—No existen datos estadísticos relativos al coque desde 1921, no obstante ser dicho combustible uno de los valiosos derivados del carbón mineral.

Sin embargo, *grosso modo* se puede estimar el valor del coque en un 15% del correspondiente al carbón, o sean \$ 41.270,000; por lo que el valor total de ambos combustibles hasta 1940, sin grave error, puede estimarse en números redondos en la cantidad total de \$ 316.000,000 (trescientos dieciséis millones de pesos).

*Eficiencia en la explotación.*—La eficiencia en la explotación de las minas carboníferas, con excepción de las de Nueva Rosita y Cloete, que han obtenido una eficiencia de 85 y 80%, respectivamente, se puede asegurar que todas las demás se han explotado y se siguen explotando con una eficiencia media del 55%.

En fin, el haber alcanzado los carbones mexicanos su actual desarrollo no fué cosa sencilla; hubo miles de sacrificios y amargu-

ras; las llanuras y montañas se sembraron de cadáveres de los primeros gambusinos y exploradores.

No fué la suerte de nuestros gambusinos, mineros y trabajadores, diferente de la de los europeos y americanos de espíritu aventurero, los que hace muchísimo tiempo emprendieron verdaderas aventuras, y nos trazaron el camino que también sembraron con blancos huesos los primeros viajeros allende los mares, como se ha visto en los capítulos que anteceden.



CUADRO DE LA PRODUCCIÓN DE CARBÓN DEL ESTADO DE  
COAHUILA Y SU VALOR RESPECTIVO, CORRESPONDIENTE  
A LOS AÑOS DE 1902 A 1940

Años	Toneladas	Valor	Producción mensual Toneladas	Coque Toneladas
1902	709,659	\$ 3,548,295	59,138	Producción hasta 1913: 1.370,000
1903	707,510	3,537,550	58,959	
1904	700,004	3,500,020	58,334	
1905	737,460	3,849,345	61,455	
1906	767,869	4,090,035	63,989	
1907	818,007	5,122,925	68,167	
1908	1,024,585	6,500,040	85,381	
1909	1,300,008	3,687,300	108,334	
1910	2,449,976	12,249,880	204,165	
1911	1,400,800	6,004,000	116,733	
1912	982,000	4,610,000	81,833	
1913	856,000	4,280,000	71,333	
1921	734,980	7,258,929	61,248	
1922	932,550	7,258,930	77,713	
1923	1,261,542	7,604,788	105,129	
1924	1,226,696	7,482,846	102,225	
1925	1,444,498	8,097,596	120,375	
1926	1,309,138	7,828,339	109,095	
1927	1,031,308	7,219,156	85,942	
1928	1,022,475	7,157,325	85,206	
1929	1,054,197	6,430,602	87,850	
1930	922,289	8,024,406	107,855	
1931	1,294,159	6,456,023	76,857	
1932	690,805	4,835,635	57,567	
1933	646,838	4,527,866	63,903	
1934	782,156	13,296,652	65,180	
1935	1,255,058	19,429,249	104,588	
1936	1,307,915	22,234,555	108,993	
1937	1,242,148	21,116,516	103,512	
1938	1,093,252	18,585,284	91,104	
1939	876,851	14,906,467	73,071	
1940	815,907	13,870,426	67,992	
Total	33,398,700	\$274,600,980	1,408,290	No hay datos.



## CAPITULO VII

### CLASIFICACION DE LAS AREAS O EXTENSIONES CARBONIFERAS

*Campo carbonífero.—Distrito carbonífero.*  
*Región carbonífera.—Provincia carbonífera.*

Aunque las extensiones pueden dividirse o combinarse independientemente, en Estados Unidos el Geological Survey reconoce las cuatro clases siguientes: *campo*, *distrito*, *región* y *provincia*, y cuyas clases se han adoptado en México.

*Campo carbonífero.*—Este término, usado por el Geological Survey, se aplica a un área generalmente más pequeña que un distrito, pero bien definida y continua. Las pequeñas áreas o cuencas que están separadas entre sí o de la cuenca principal, son llamadas campos, especialmente si su carbón es uniforme en composición y valor calorífico.

Dicha palabra se aplica también a un área determinada que se ha convertido en prominente por la calidad del carbón que produce, y que no es necesario limitarla a ciertos centros de producción.

*Distrito carbonífero.*—Es un término que se aplica solamente a áreas en explotación, pero en el comercio se usa todavía como sinónimo de "campo carbonífero". Un distrito es generalmente pequeño y restringido a extensiones en las cuales existen

minas que se están desarrollando continuamente en uno o varios mantos, siendo el carbón generalmente conocido en el comercio por alguna característica, por un nombre comercial o por alguna particularidad física, por la cual se anuncia o se vende. Los distritos son generalmente denominados por la población donde se comenzó a trabajar, o se perfeccionó la distinción particular de la clase de carbón.

*Región carbonífera.*—Por conveniencia, los campos carboníferos pueden ser agrupados en "regiones", para denotar generalmente campos que tienen caracteres comunes, aunque abarquen varios Estados. Los mejores ejemplos de esto, en Estados Unidos, son: la región de Pennsylvania, la región occidental en Iowa, Missouri, Kansas, Oklahoma y Arkansas, etc.

*Provincia carbonífera.*—Así como en los campos son agrupados en regiones, así también las regiones son agrupadas en más grandes divisiones llamadas "provincias". Así, por ejemplo, en los Estados Unidos existen: Provincia Oriental, Provincia Interior, Provincia de las Montañas Rocallosas, Provincia del Golfo, Provincia de las Grandes Llanuras del Norte. El agrupamiento en provincias se hace por conveniencia, a fin de abarcar grandes regiones teniendo en cuenta la edad y estructura geológica, calidad del carbón y el transporte.

## CAPITULO VIII

### TURBA

*Generalidades sobre la turba.—Formación de la turba.—Composición de la misma.—Clasificación de los depósitos.—Tipos de turberas.—Clases de depósitos.—Características generales.*

*Generalidades sobre la turba.*—Las sustancias orgánicas, como plantas y animales, cuando sufren una transformación en su composición, lo hacen siguiendo tres procesos, que son los siguientes:

- 1º Putrefacción;
- 2º Turbinificación, y
- 3º Carbonificación.

De la turbinificación resulta la turba que contiene carbón y ácidos húmicos como sustancias características, además de contener también agua y cenizas en proporciones variables. La turba se forma de plantas terrestres y lacustres, con ayuda de microorganismos, sin la acción del oxígeno del aire, y constituye su formación la primera parte del proceso de carbonización de la materia orgánica, que en condiciones más avanzadas da lugar a la formación del lignito, de la hulla y de la antracita, que constituyen propiamente los carbones minerales que contienen mayor proporción de carbono en su composición, de 65, 80 y 95 %, respec-

tivamente. La turba contiene bastante agua, que en su mayor parte ha sido absorbida por capilaridad, y el resto la contienen sus componentes; varía en total de 60 a 90%; la primera agua se pierde por evaporación al aire y al sol, pero la segunda se conserva hasta temperaturas elevadas; por lo tanto, después de aireada y asoleada la turba, siempre contiene de 15 a 40% de humedad. El lignito, la hulla y la antracita, tienen menos agua, siendo en general de 25, 10 y 2%, respectivamente.

*Formación de la turba.*—Cuando en una parte baja y más o menos plana de un terreno se acumula el agua sin que pueda escapar, estancándose por largo tiempo, se forma entonces una ciénaga o pantano, especialmente en las regiones húmedas donde la evaporación es muy lenta. En estas condiciones, las plantas acuáticas de todas clases, tales como los musgos, zacates, helechos, algas, etc., se esparcen en toda el área anegada hasta el centro del depósito lacustre, y rápidamente se forma una gruesa capa de vegetación. Con los cambios de estación, estas plantas mueren y caen, sirviendo de lecho a nuevas plantas en la siguiente primavera, y este proceso se va verificando de año en año, hasta que se forma en toda su extensión una masa esponjosa saturada de materia vegetal, de la que resulta la turba, que contiene carbón y ácidos húmicos como sustancias características, además de cenizas en proporción variable en cada caso, así como gran cantidad de agua.

El proceso de turbinificación no se verifica al contacto del aire, habiendo pérdida de oxígeno bajo la forma de ácido carbónico; también hay pérdida de hidrógeno bajo la forma de metano y amoníaco, gases que al desprenderse producen un olor desagradable, pestilente y pernicioso, por lo cual se les llama "gases de los pantanos."

Dentro de las turberas se han encontrado numerosos árboles y plantas que han sido identificados, tales como encinos, abetos, sauces, abedules, arbustos, etc., pero eso no obstante, parece que comparativamente muy poco han contribuido sus desechos en la formación de la turba. En el fondo de las propias turberas han sido hallados árboles completos, algunas veces erectos, como si hubieran sido enterrados paulatinamente por el fogoso crecimiento de los musgos, o bien postrados, en cuya posición deben ha-

ber ayudado impidiendo la corriente del agua y acelerando la formación pantanosa. También han sido encontrados restos humanos dentro de la turba, algunas veces en un estado casi perfecto de conservación, inclusive las vestimentas de pelo y sandalias, lo que ha atestiguado el largo período de inmersión y las cualidades preservativas o antisépticas de la turba. Igualmente se han encontrado restos de animales ya extintos y sustancias grasas conocidas como "mantequilla de pantano", formadas principalmente, según Brasier, de un ácido que llamó *ácido butyrolinódico*.

El proceso expuesto de la formación de la turba, es el universalmente aceptado y no la vieja hipótesis de haber sido formada al mismo tiempo que las alturas y los valles donde se encuentra, como un depósito bituminoso del mar, como los restos flotantes de alguna isla, etc.

Para que se forme la turba es necesario que las plantas que le han dado origen, como ya se indicó, se hayan depositado en fondos de lagos y se hayan cubierto completa y constantemente con agua, conservando una temperatura baja de 6 a 12° C., pues las turbas son raras en climas templados y son mucho más en climas calientes. Después de que las plantas, en su mayoría acuáticas, han sufrido una primera descomposición, sigue la turbinificación con ayuda de bacterias y de hongos, a las que se agregan también restos de animales, como conchas, insectos, etc.

Para que se forme una buena turba es necesario que las plantas y microorganismos no reciban detritus de rocas en fragmentos grandes, pero mucho menos en forma de arenas o lodos, sobre todo si éstos son abundantes.

Las plantas que comúnmente forman la turba, como se ha consignado, son los musgos, juncos, cañas, sauces, etc.; a la turba formada por musgos se la llama turba de esfagnos. El proceso de turbinificación que se conoce también con el nombre de ulmificación, no se verifica al contacto del aire como el de putrefacción en el que se destruye la materia orgánica, sino que tiene lugar fuera de ese contacto, por lo cual en la ulmificación no se encuentran productos de oxidación, sino al contrario, hay pérdida de oxígeno bajo la forma anhidra; también hay pérdida de hidrógeno bajo la forma de metano y de amoníaco.

El papel que desempeñan en la ulmificación los microorganismos, como bacterias y hongos, no se ha definido bien, pues precisamente con este proceso se forman los ácidos húmicos que hacen imposible la vida de dichos microorganismos, además de existir la falta de aire y de sales nutritivas para los mismos. Al final quedan los vegetales y las bacterias convertidos en ácidos húmicos mezclados con materias orgánicas coloidales, con muy pequeñas cantidades de lodos como materias minerales y sin ningún vestigio de bacterias vivas.

*Composición de la turba.*—Según Odell y Hood, se pueden considerar como análisis medios de la turba, los siguientes:

Humedad	Materias volátiles	Carbón fijo	Cenizas	Calorías por Kg.
0	68.3 %	20.9 %	10.8 %	4,633
0	67.9 %	24.9 %	7.2 %	5,154

De una manera general, las propiedades físicas de la turba pueden diferir radicalmente en sus propiedades de un lugar a otro. El mismo manto de turba puede contener turbas de diferentes características físicas. Asimismo, la turba puede estar o no mezclada con materias minerales o contener algunas como arena, arcilla, cal u óxido de hierro. El manto turboso puede estar desprovisto de árboles, arbustos y desechos de los mismos, o contener el terreno troncos de árboles o gruesas ramas. La turba fresca removida de la turbera, generalmente contiene de 60 a 90 % de agua, variando su densidad cuando está seca, de 0.1 a 1.06. La diversidad en las características de la turba es debida a la variedad de plantas que crecen en las turberas, a la diferencia climatológica, edad de los depósitos, nivel del agua y la cantidad de materia mineral depositada con la turba durante su formación.

*Clasificación de los depósitos de turba.*—La textura de la turba depende de la naturaleza de la vegetación que la origina, del clima y de otras condiciones con respecto a su formación; puede ser de grano fino, homogénea, fibrosa o leñosa.



*Turba césped.*—Esta clase de turba está formada de musgos ligeramente descompuestos y de otras plantas, que dan lugar a la materia turbosa; tiene un color amarillo o amarillo café, es muy ligera, esponjosa y elástica, y de un peso específico aparente de 0.11 a 0.26 cuando está seca.

*Turba fibrosa.*—La turba fibrosa es de color café o negra; es menos elástica que la anterior; las fibras son de musgos, zacate, hojas, o de madera, distinguibles a la simple vista, pero frágil y quebradiza. Su peso específico aparente, ya seca, es de 0.24 a 0.67.

*Turba terrosa.*—Esta turba, como su nombre lo indica, tiene el aspecto de tierra, desprovista de fibras y se rompe con más o menos dificultad, siendo su fractura sin lustre alguno. Su peso específico aparente, ya seca, es de 0.41 a 0.90.

*Turba breosa.*—Esta clase de turba es densa, dura en estado seco, resistiendo a veces golpes de martillo, y su fractura presenta superficies astillosas, lisas y algunas veces lustrosas. Su peso específico aparente, ya seca, es de 0.62 a 1.10.

*Tipos de turberas.*—Debiendo emplearse los términos “pantano”, “ciénaga” y “marisma”, en seguida se define su significado:

*Pantano.*—Es una extensión húmeda, casi horizontal o sensiblemente inclinada, desprovista de arbolado, conteniendo, cuando más, arbustos esparcidos, pero en cambio poblada de musgos, zacates y zacatonos, lirios, algas, etc.

*Ciénaga.*—Es un vaso abierto, relativamente plano, cubierto con agua, desprovisto de árboles, pero con espesa vegetación formada por juncos, mangles, helechos, zacatonos, etc. La principal diferencia entre el pantano y la ciénaga, consiste en que las ciénagas muy a menudo se comunican con los lagos, ríos y con las aguas de los mares en las costas, pudiendo contener, por lo tanto, agua dulce y salada.

*Marisma.*—Es una extensión baja, plana y cubierta o saturada con agua, poblada de árboles, con o sin espesa vegetación de arbustos o matorrales, entrelazados por los juncales. Las marismas suelen a veces designarse por la clase de árboles que predominan.

*Clases de depósitos de turba.*— De acuerdo con su topografía, se pueden clasificar dichos depósitos, de una manera general, en tres grandes tipos: las cuencas turberas, en las cuales la turba se ha acumulado en valles, lagos y lagunas; los depósitos en pendiente, en los cuales los mantos de turba son horizontales o ligeramente inclinados, no cubiertos por el agua; y los depósitos mixtos, compuestos de los dos tipos anteriores. Debajo de algunas extensiones cubiertas con turba ya formada, se han encontrado áreas acuáticas, indicando esto que precedió un largo período de formación subacuática.

*Características generales de la turba.*—La turba fresca, tal como se extrae de la turbera contiene generalmente del 60 al 90% de agua. Aunque se ha intentado eliminar dicho líquido por medios mecánicos, prácticamente no se ha llegado a un resultado satisfactorio, pues la mayor parte del agua que contiene no está en la forma que en una esponja, sino que existe en la de una cutícula o gelatina, y por lo mismo la extracción es costosa industrialmente a fin de obtener un producto comercial.

Como se ha expuesto en párrafos anteriores, la textura de la turba varía desde la forma esponjosa y ligera hasta la breosa que es densa y dura. El color puede ser amarillo, café, rojo, negro, y cuando está contaminada con materias extrañas minerales adquiere muy diversos tintes.

Los hechos citados indican, pues, que la turba no tiene una composición química definida. Compónese generalmente de los elementos siguientes: Carbón (C), Hidrógeno ( $H_2$ ), Oxígeno ( $O_2$ ), Nitrógeno ( $N_2$ ) y la materia mineral contenida en las cenizas. El análisis que luego se da, corresponde al promedio de una turba de buena calidad:

La proporción de cenizas en las buenas turbas americanas, varía del 5 al 15%.

En las de los lagos de Xochimilco y Chalco, tal porcentaje es muy alto, debido a las impurezas de arena y arcilla inhibitas (25%), que se encontraban en suspensión en el agua durante su formación, y por lo cual es casi imposible eliminarlas comercialmente. La cal también se encuentra en la turba, aunque en muy restringida escala.

Componentes:	Porcentaje:
Carbón . . . . .	52.90
Hidrógeno . . . . .	5.25
Oxígeno. . . . .	30.60
Nitrógeno . . . . .	2.00
Azufre . . . . .	0.30
Cenizas. . . . .	8.95
	<hr/>
Total . . . . .	100.00

La turba seca es combustible, arde con una llama amarilla durante la primera parte de su combustión y con un brillo rojo durante la última etapa, de manera similar como arde la madera. Una de sus características peculiares consiste en desprender un olor penetrante, *sui generis*, que se desarrolla al quemarse, olor que no es emitido como producto de la combustión, sino por las materias volátiles, debido a la acción del calor. Dicho olor varía ligeramente con las diferentes clases de turbas, aunque en ninguna de ellas es agradable.

El valor calorífico de la turba varía con el total de cenizas y la humedad que contiene, así como con los diferentes tipos de turbas. El valor calorífico medio de la turba, sin humedad, es de 5,000 calorías.



**Explicación.**

**Paisaje del tiempo de la época glacial.**

1. Hombre de la edad de piedra á medio desbatar
2. Felsa spelaea (León de las cavernas)
3. Ursus spelaeus (Oso de las cavernas)
4. Bos primigenius (Uro ó bisonte)
5. Elephas primigenius (Elefante foal ó mamout)
6. Rhinoceros tiberrius (Rhinoceros)
7. Cervus giganteus (Ciervo gigante)
8. Caballo
9. Rebezo
10. Agulla
11. Urogallo
12. Culebra nadadora
13. Tejo
14. Abedul
15. Arce
16. Encino
17. Avollano
18. Canchal central
19. Canchal lateral
20. Ablación y gruta del ventisquero
21. Arroyo del ventisquero
22. Mesa del ventisquero
23. Blok ó canto errático



**Fósiles característicos**

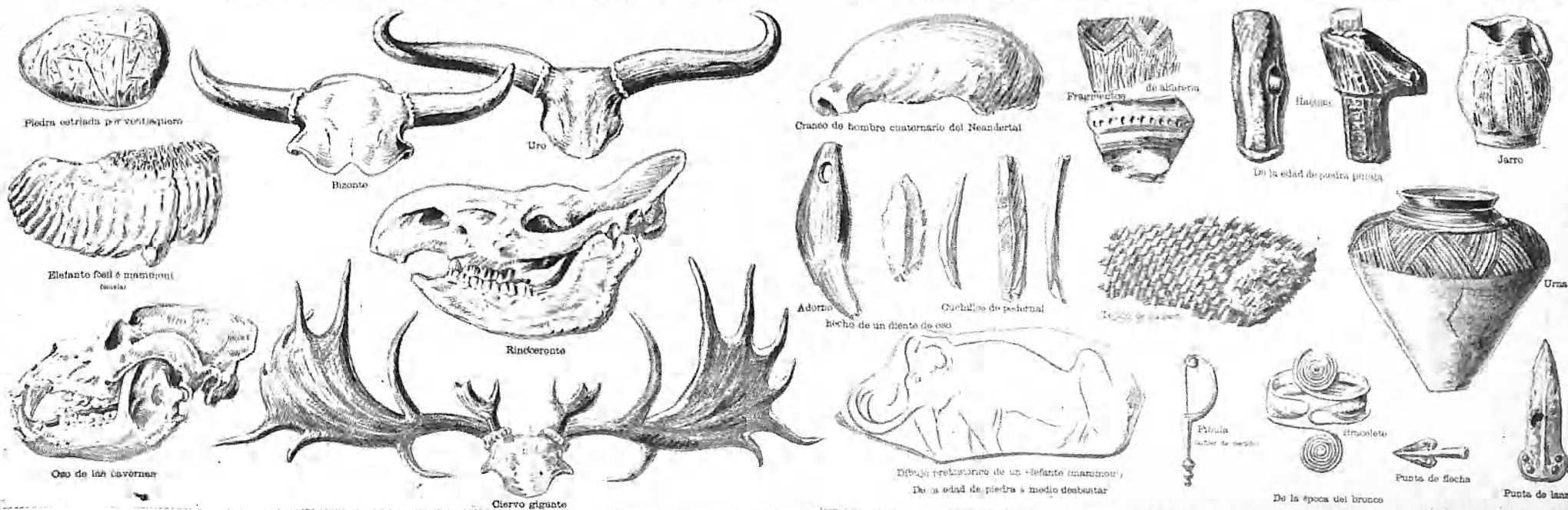


LÁMINA VII. Formación cuaternaria.



## CAPITULO IX

### LIGNITO

*Período de formación.—Diversas variedades de lignitos.  
Características distintivas y análisis de los mismos.*

*Período de formación.*—La analogía entre la formación de la hulla y la turba —dice Simonin—, nos hace notar, entre otros hechos ya citados en otros capítulos, los siguientes:

“El combustible fósil se encuentra en todos los terrenos; pero es menos y menos compacto, o bien ocupa superficies menos y menos extensas a medida que se asciende en la escala geológica, a partir del terreno carbonífero propiamente dicho. Y es que ese terreno fué el único propicio a las condiciones botánicas y climatológicas, en el que hubo una grande acumulación de vegetales, que han desaparecido o cambiado poco a poco de naturaleza, hasta revestir las formas que actualmente tienen.

“Sin embargo, por efecto de circunstancias particulares, la verdadera hulla, compacta, bituminosa, etc., ha podido formarse en todos los terrenos y no exclusivamente en el *carbonífero*. Es, pues, necesario admitir, siguiendo a los geólogos antiguos, la existencia de carbones antiguos y recientes.”

*Diversas variedades de lignito.*—El carbón de la formación Terciaria, no es siempre uniforme en apariencia. En algunas clases,

los vegetales permanecen en tan buen estado que se notan las diferentes estructuras, tales como las hojas y frutos, tan poco alterados, que se han hecho diagnosis botánicas de las plantas antediluvianas que han sido conservadas con todo éxito. Consisten esos vegetales en tallos aplastados, entrecruzándose en todas direcciones, de color más o menos castaño, blandos y tiernos en consistencia cuando acaban de extraerse, pero volviéndose quebradizos al exponerlos a la intemperie, verificándose la fractura según las direcciones de las fibras de la madera. Esta variedad es conocida por *carbón fósil*, *carbón castaño fibroso*, e impropriamente *madera bituminosa*. En otras clases, sólo accidentalmente presenta señales de estructura vegetal, apareciendo totalmente como una masa estratificada, de un color castaño, casi negro. Tienen una fractura terrosa, por lo que se les llama *carbón terroso castaño* o *carbón pardo*. A estas variedades, en las cuales la fractura es concoide y la estructura más densa, se les denomina *carbón concoide castaño* o *carbón breoso* (pitchcoal). Frecuentemente el lignito propiamente dicho, está mezclado con la variedad anterior, y ambas clases se hallan en el mismo espécimen. No obstante que esos carbones se suelen encontrar a flor de tierra, generalmente se hallan a bastante profundidad.

*Características distintivas y análisis.*—La principal característica del lignito, como se acaba de ver, consiste en que mientras la estructura de la madera se conserva casi inalterada, desaparece en los otros carbones de rango superior, con la excepción de muy raras impresiones de plantas. Otras de las características secundarias son principalmente el alto porcentaje de humedad y el correspondiente al del azufre.

Los lignitos frescos se encuentran impregnados de agua, que se evapora exponiéndolos al aire libre y al sol, dependiendo el total de evaporación del grado de porosidad y de la temperatura ambiente. El total de humedad que contienen los lignitos, varía de 20 a 50%. Después de haber sido secados completamente (teniendo lugar una gran reducción en volumen), reabsorben el 8% de humedad, como promedio.

El total de cenizas de los lignitos, de un mismo depósito y de diferentes partes de una misma pieza o trozo, varía más que en



las turbas, fluctuando de 1 a 50%. En la mayor parte de los casos, sin embargo, es menos que 5 y más que 10%.

El peso específico de los lignitos varía entre límites muy estrechos; el peso específico de algunas muestras examinadas por Renault, varía de 1.100 a 1.850; las de estructura terrosa, de 1.254 a 1.276. Un metro cúbico de lignito pesa, por término medio, 1.280 kg. (80 libras por pie cúbico).

El siguiente análisis corresponde a lignitos típicos de Dakota del Norte y Estados circunvecinos de Norteamérica, indicando el promedio de sus componentes, con la humedad que contienen, al ser minados.

Humedad . . . . .	36.00%
Materias volátiles . . . . .	29.00,,
Carbón fijo . . . . .	28.00,,
Cenizas . . . . .	7.00,,

T o t a l . . . . . 100.00%

Azufre . . . . .	0.3 a 1.50%
Calorías . . . . .	1,661 (6,590 B. t. u.)

El gran porcentaje de humedad que contienen en general los lignitos, así como los de que se trata, según el análisis que antecede, es el resto que no ha sido absorbido, por extraños recursos, del agua original de la turba, y de cuya substancia se formó el lignito; la necesidad de quitarle esta agua es el tremendo problema para utilizarlo en estado "crudo" como combustible. Cuando el lignito minado se expone al aire caliente y al sol, la evaporación del agua causa su desintegración, laminándose o lajeándose rápidamente; se enciende por combustión espontánea, por lo cual no es práctico embarcarlo a grandes distancias o almacenarlo por mucho tiempo. Sus gases ligeros se desprenden antes que el carbón fijo alcance la temperatura de ignición, y en hogares ordinarios, se escapa sin consumirse. El lignito no "coquiza", y cuando se arroja al fuego, se desmorona rápidamente, creando así más dificultades para ser quemado y una pérdida substancial por entre las parrillas de los hogares.

Así pues, el lignito tal cual se le extrae del yacimiento no se emplea como combustible, sino siempre que sea secado al aire libre y al sol o en aparatos especiales, razón por la cual, en vista de lo enorme de los yacimientos que de lignito existen en el orbe entero, preferentemente se les destila para sacarles el mejor beneficio, tal como se verifica desde hace mucho tiempo en Europa; y desde la post-guerra (1918), se ha iniciado tal industria en el vecino país del Norte.

Según Varrentrapp, el análisis medio de la ceniza de los lignitos de Brunswick, es como sigue:

Sulfato de cal . . . . .	57.50 %
Magnesia . . . . .	2.58 ,,
Alúmina . . . . .	11.57 ,,
Oxido de fierro . . . . .	5.78 ,,
Carbonato de potasio . . . . .	2.64 ,,
Sílice y arcilla . . . . .	19.27 ,,
	<hr/>
T o t a l . . . . .	99.34 %

En adición a la ceniza y a los elementos de la madera, los lignitos contienen de 0.5 a 3.5 % de nitrógeno, el cual no ha podido ser separado.

Después de deducir la ceniza, la composición media de la parte orgánica de las variedades siguientes de lignitos, comprendiendo el total de oxígeno en la parte que se supone combinado con el hidrógeno para formar agua, es la que sigue:

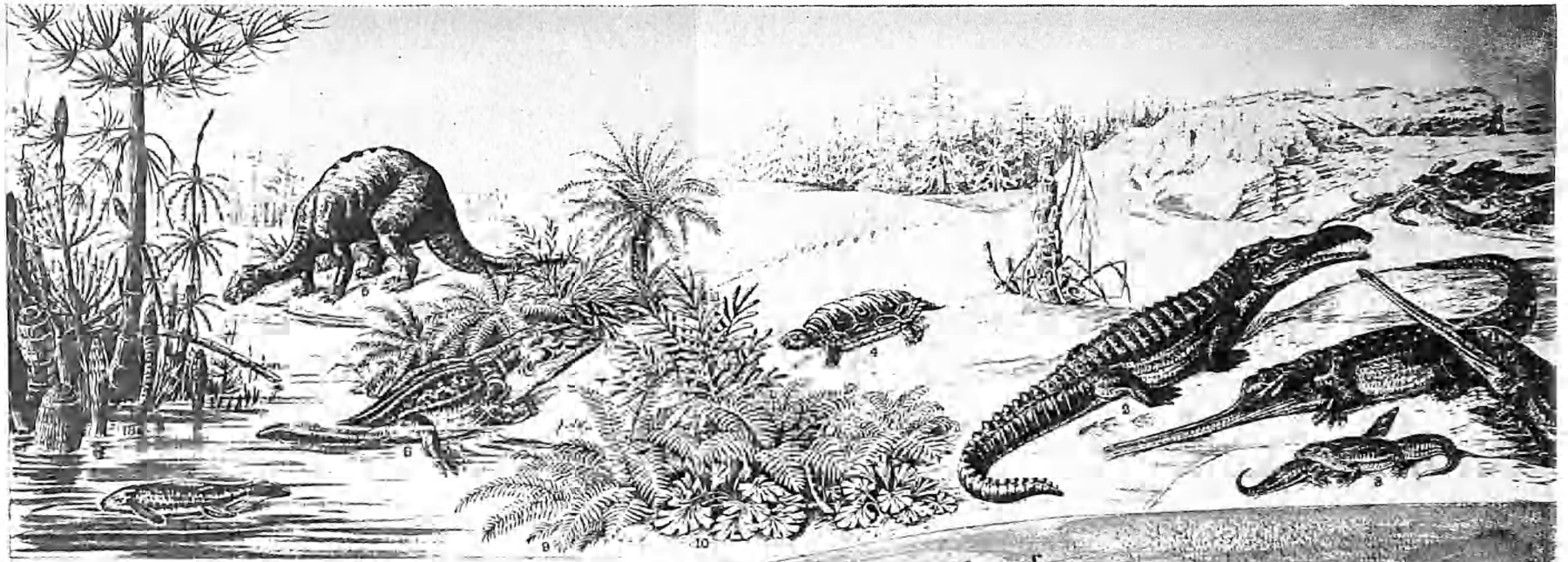
Clase de lignitos	C	H	Agua
Fibrosos . . . . .	63 %	1 %	36 %
Terrosos . . . . .	72 ,,	2 ,,	36 ,,
Breosos . . . . .	77 ,,	5.5 ,,	17.5 ,,

Por lo antes expuesto, los depósitos carboníferos difieren considerablemente en edad, y las especies de combustibles pueden fácilmente distinguirse tanto por sus peculiaridades físicas como químicas. Todo carbón que se ha formado sobre la greda o marga, es

Explicación.

Paisaje del tiempo del Keuperiano superior.

1. *Myastrosuchus*
2. *Belodon* Cocodrilos
3. *Aetosaurus*
4. *Psammodelphs* (toruga terrestre)
5. *Zanclodon* (Megalosauridos)
6. *Labyrinthodon* (Batracio gigante)
7. *Ceratodus* (Sirenoides)
8. *Araucaria* (Coniferas)
9. *Pterophyllum* (Gleadas)
10. *Chiropteris*
11. *Danaosopsis* Helechos
12. *Pecopteris*
13. *Equisetum* (Cola de caballo)



Fósiles característicos

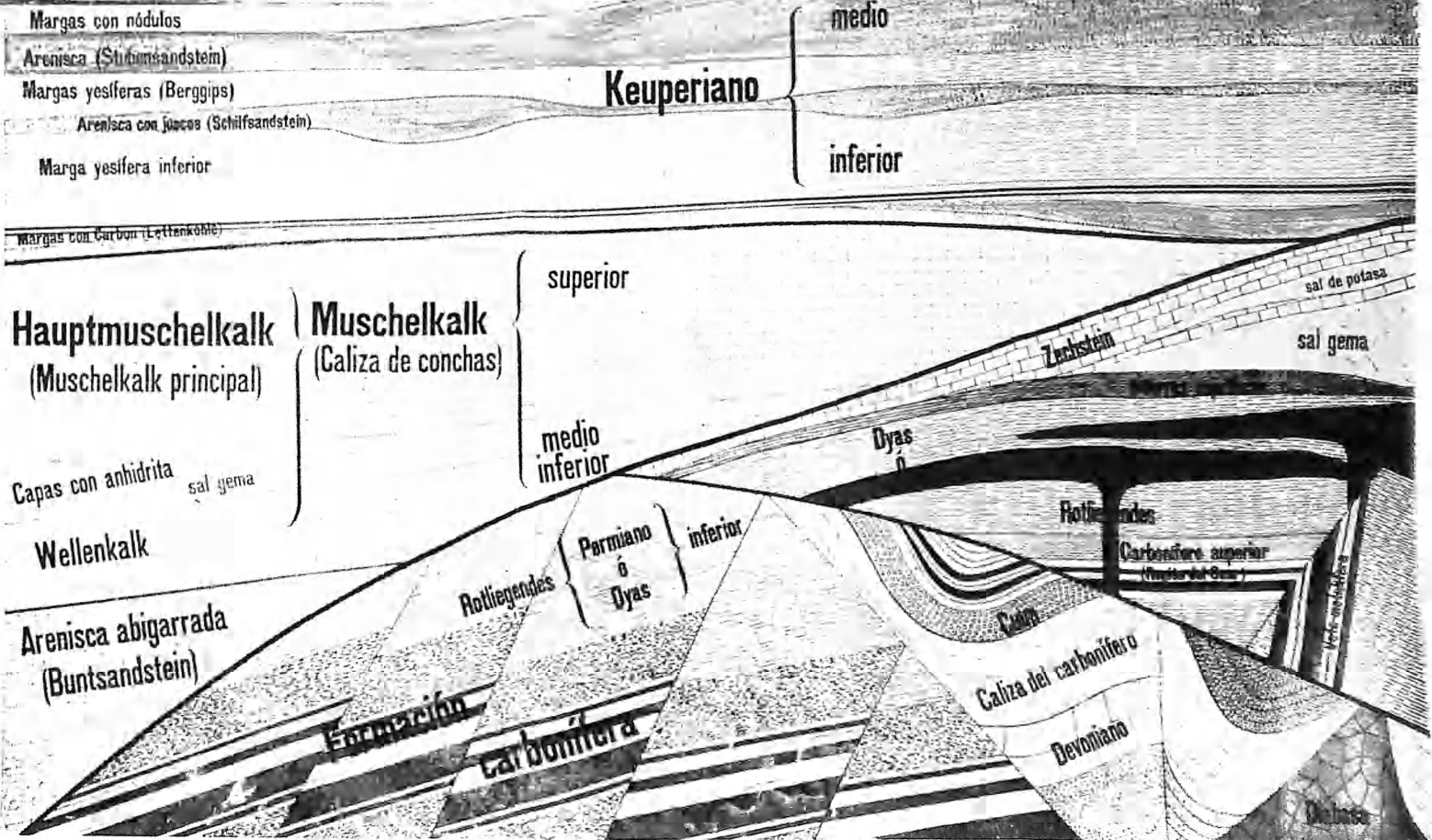
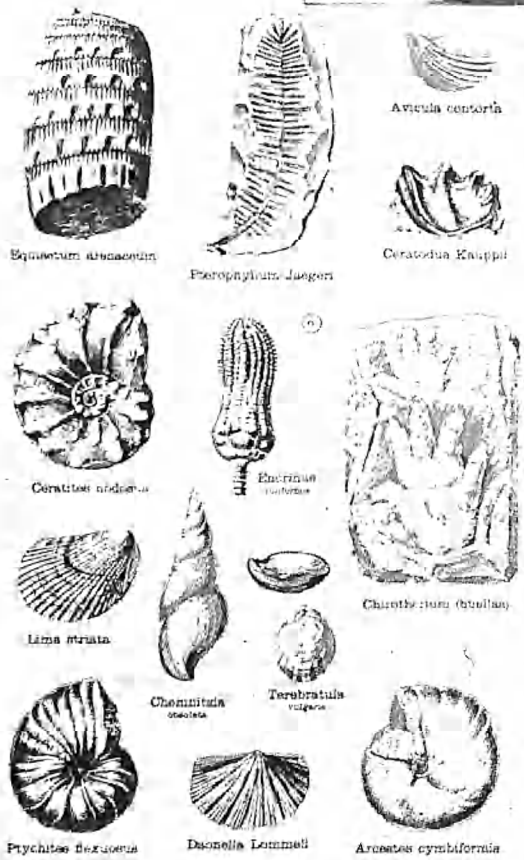


LÁMINA VIII. Formación triásica.



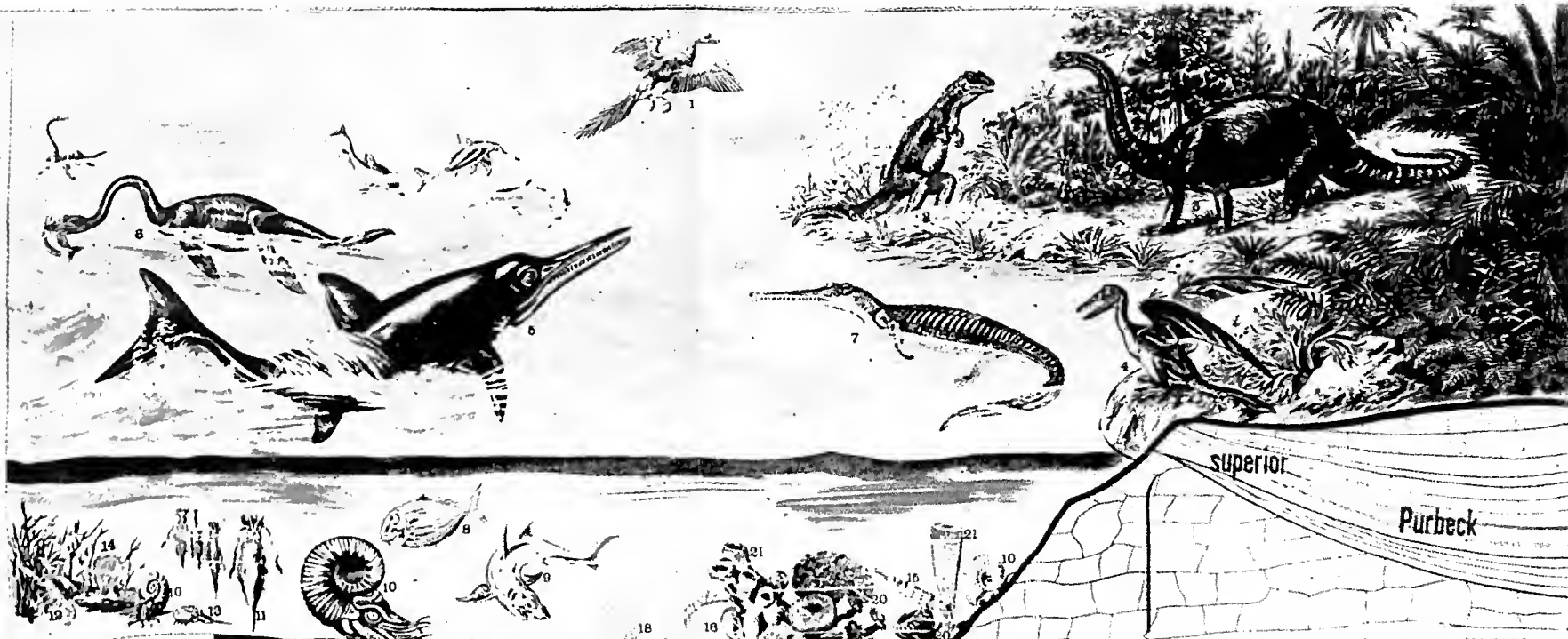
de origen comparativamente reciente; el proceso de descomposición es menos avanzado y está evidentemente mucho más cerca de o ligada a la madera que la hulla que permanece debajo de la greda. El primero es llamado genéricamente *lignito*, derivado de *lignum*, nombre que a su vez recuerda a la madera, puesto que el lignito corresponde a los terrenos más modernos, los que a menudo fueron el teatro mismo del Período Terciario, donde se desarrolló una vegetación tropical, tales como las palmacitas o palmeras fósiles, precursoras de las palmas actuales de las regiones tórridas.



**Explicación.**

**Paisaje del tiempo del Jurásico.**

1. Archaeopteryx (El pájaro más antiguo)
2. Allosaurus | Mesosaurus
3. Brontosaurus |
4. Ramphorhynchus (Pterosaurio)
5. Ichthyosaurus (Ichthyosaurio)
6. Plesiosaurus (Sauropterygio)
7. Teleosaurus (Cocodrilo)
8. Dapedius (Lepidosteus)
9. Hybodus (Tiburón)
10. Amonites (Cefalópodos, calamares)
11. Belemnites (Calamares)
12. Glyphaea | Crustáceos
13. Limulus |
14. Pecten (Bivalvo)
15. Nerinea (Gastrópodo, caracol del mar)
16. Terebratula | Braquiopodos
17. Rhynchonella |
18. Pentacrinus (Orinóideo)
19. Cidaris (Eriosa)
20. Astraea (Corales)
21. Spongia (Esponjas)



**Fósiles característicos**

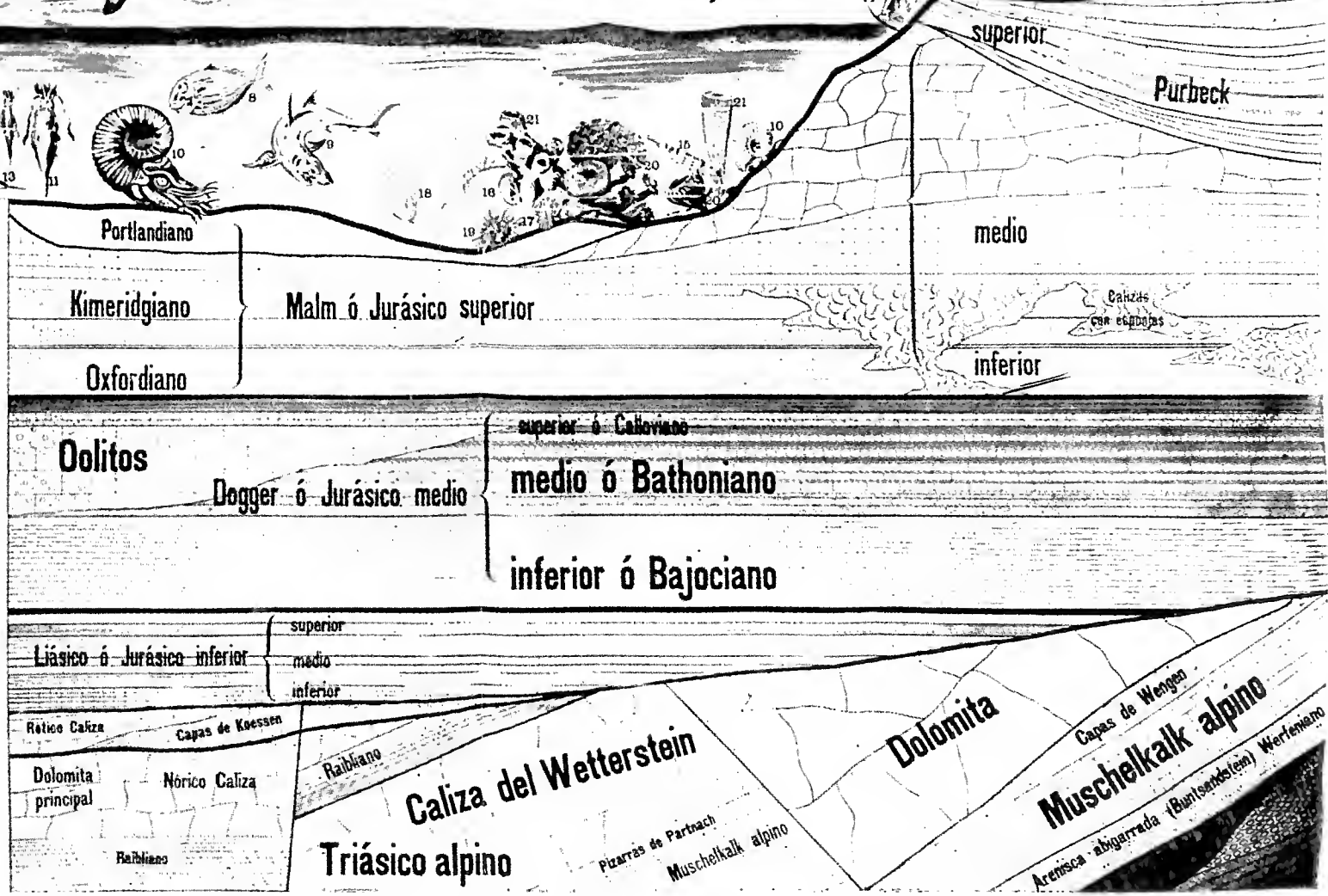
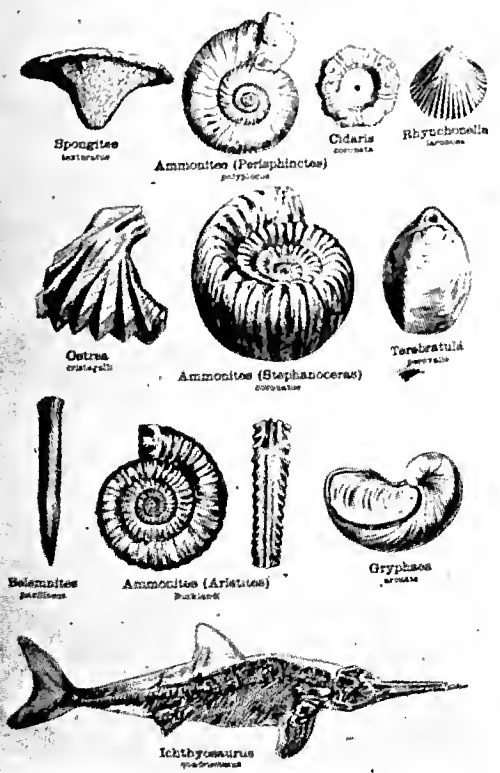


LÁMINA IX. Formación jurásica.





## CAPITULO X

### RANGOS DEL CARBON MINERAL

*Distintas formaciones geológicas en las que se encuentra el carbón mineral.—Descomposición progresiva de la substancia madera, hasta formar el carbón mineral.—Clasificación racional.—Fundamentos en relación con la necesidad de aceptar la siguiente clasificación científica del carbón mineral: Antracita, Semiantracita, Semibituminoso, Bituminoso, Subbituminoso y Lignito.*

*Formaciones geológicas en las que se encuentra el carbón mineral.—El combustible fósil se halla en varios terrenos y no exclusivamente en las formaciones geológicas, a las que se ha dado el nombre de carboníferas. Los depósitos difieren, pues, considerablemente, en edad.*

El carbón mineral se presenta en tres distintas formaciones geológicas, que comenzando por las más bajas, son las siguientes:

Las formaciones carboníferas propiamente dichas, que pueden subdividirse en la antigua serie de transición (antracita), y la de los carbones menos antiguos.

Las formaciones secundarias, en las nuevas areniscas rojas (keuper de los alemanes), en las calizas del grupo oolítico que constituyen el Jura, y en las más recientes gredas y margas.

Los depósitos terciarios, de calizas de aguas frescas, conchas, etcétera.

*Descomposición progresiva de la madera.*—Un rasgo importante y característico en la descomposición progresiva de la madera enterrada, es la producción de gas ácido carbónico. En el caso de la formación del lignito, donde el oxígeno de la atmósfera no se excluye completamente, este elemento se combina también con una porción de hidrógeno; esto no ocurre en la formación del carbón más antiguo, en cuyo caso los elementos de las fibras leñosas son simplemente convertidos en cuatro productos: ácido carbónico, agua, hidrógeno ligeramente carburado y carbono.

Todo carbón mineral que se ha formado sobre la greda o margas, es de origen reciente; el proceso de descomposición es menos avanzado y se denomina genéricamente *lignito*, en tanto que las demás variedades de los carbones se clasifican conjuntamente bajo el nombre de *bituminosos*; la variedad en la que la carbonización es más completa, se llama *antracita*. Mientras que la estructura completa de la madera se conserva casi sin cambiar en el primero, ha desaparecido completamente en los otros carbones, con excepción de muy raras impresiones de plantas. Todas las variedades de dichos carbones pueden considerarse como derivadas de las fibras leñosas, de las cuales ha quedado el carbón, en tanto que otros elementos han disminuído gradualmente y desaparecido en proporción a la edad de formación, hasta que en la antracita casi ha quedado exclusivamente el carbón. Este es el resultado del proceso que puede ser distintamente investigado, comparando la composición elemental de los diferentes miembros de las series químicas.

La composición de las fibras leñosas en 100 partes, corresponde muy aproximadamente a la fórmula:  $N C_6 H_{10} O_5$ .

*Clasificación racional de los carbones minerales.*—La mejor clasificación de los carbones minerales, satisfaciendo a la vez a la ciencia y a la industria, será aquella en la que no se tome en cuenta la edad geológica, sino solamente la calidad del combustible, obteniéndose así, según la clasificación europea, la serie de los carbones duros, grasos o pobres (*maigres*), según la cantidad de carbón fijo y materias volátiles que contengan. Así pues, del carbón duro se remontará al grafito, y por último al diamante, que es el carbón químicamente puro cristalizado. De los carbones pobres, una de cuyas variedades es el azabache, se descenderá al lignito, imperfecto,

**Explicación.**

**Paisaje del tiempo del Carbonífero.**

**Erupción de pórfido.**

1. Archegosaurus (Stegosaurio)
2. Palaeoniscus
3. Amblypterus (Pescado)
4. Acanthodes
5. Libélula gigante
6. Walchia (Coníferas)
7. Lepidodendron (Lepidodendro)
8. Sigillaria (Sigilaria)
9. Calamites
10. Sphenophyllum (Equisetos ó colas de caballo)
11. Annularia
12. Caulopteris (Helecho arborescente)
13. Neuropteris (Helecho trepador)

**Fósiles característicos**



Archegosaurus De Les.



Palaoniscus



Sigillaria



Annularia



Lepidodendron



Sphenophyllum



Caulopteris

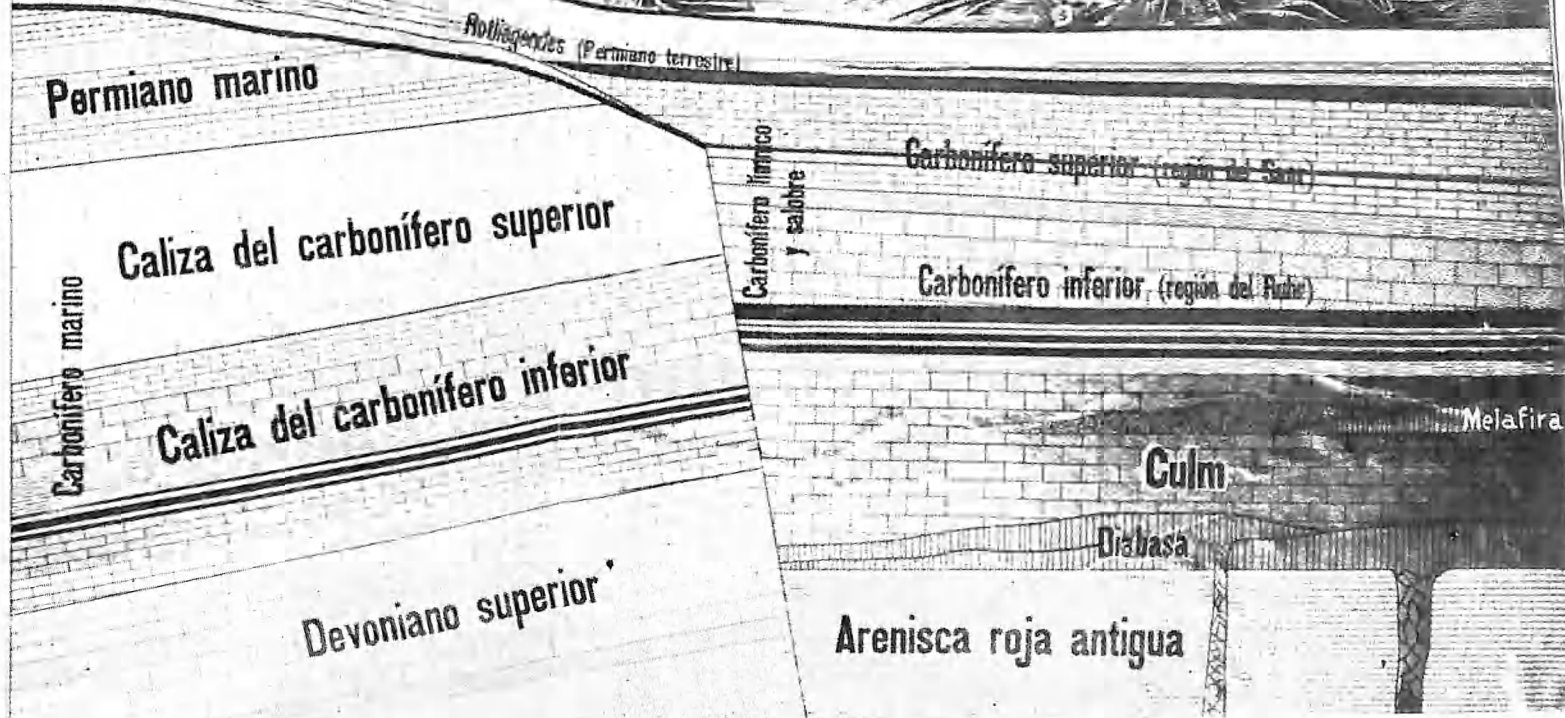


LÁMINA X. Formaciones paleozoicas superiores.



terroso, o madera fósil, conservando su tejido fibroso, y en fin, la turba, siendo por lo tanto la escala ascendente completa, la siguiente: *turba, lignito, hulla, grafito y diamante.*

La turba, el lignito, el grafito y el diamante, son tratados en capítulos por separado.

En cuanto a la hulla propiamente dicha, como es indispensable clasificarla de manera más racional y científica, se han aceptado los siguientes rangos:

*Rangos del carbón mineral.*—Según Campbell, la palabra "rango" debe usarse en lo que sigue, para designar aquellas diferencias en el carbón mineral debidas al cambio progresivo desde el lignito hasta la antracita, cambios marcados por la pérdida de humedad, oxígeno y materia volátil, como se ha dicho antes. Estos cambios son generalmente acompañados por un incremento de carbono, de azufre y probablemente de cenizas.

El primer intento hecho en los Estados Unidos para establecer una base sólida y científica para la clasificación de los carbones minerales, fué llevado a cabo por Persifor Frazer, Jr., del Second Geological Survey de Pennsylvania, quien formó una lista de los carbones comerciales de dicha nación, comparando la distinción comercial con la "relación de combustible", o sea el cociente del carbón fijo entre la materia volátil, del análisis primario.

Varias personas han intentado esquemas de clasificación de los carbones minerales, basados en la composición química, por la cual un determinado carbón podría referirse a su verdadero lugar simplemente por medio de su análisis químico, pero tal esquema no puede aplicarse a todos los rangos de dichos carbones; por lo que el United States Geological Survey, en vista de que es prácticamente imposible clasificar todos los rangos, de acuerdo con su composición química, decidió finalmente que era indispensable cambiar de criterio. El esquema de Frazer se ha adoptado para los altos rangos, con alguna modificación necesaria para hacerlo más acorde con las prácticas comerciales modernas; y para los bajos rangos, se han usado características físicas. Frazer encontró que en esa época existían los rangos de antracita, semiantracita, semibituminosos y bituminosos, así como que de acuerdo con la relación de combustible, coincidían

tales nombres; por lo que concluyó que tales rangos podían ser establecidos con los siguientes límites:

	Relación de combustibles
Antracita . . . . .	10 a 12
Semiantracita . . . . .	12 „ 8
Semibituminosos . . . . .	8 „ 5
Bituminosos . . . . .	5 „ 0

Empleando el criterio anterior (parte química y parte física), es posible clasificar los carbones minerales no solamente definiendo los caracteres generales de los diferentes grupos, sino delimitándolos con bastante exactitud; por lo cual The United States Geological Survey reconoció los rangos siguientes que en seguida se detallan:

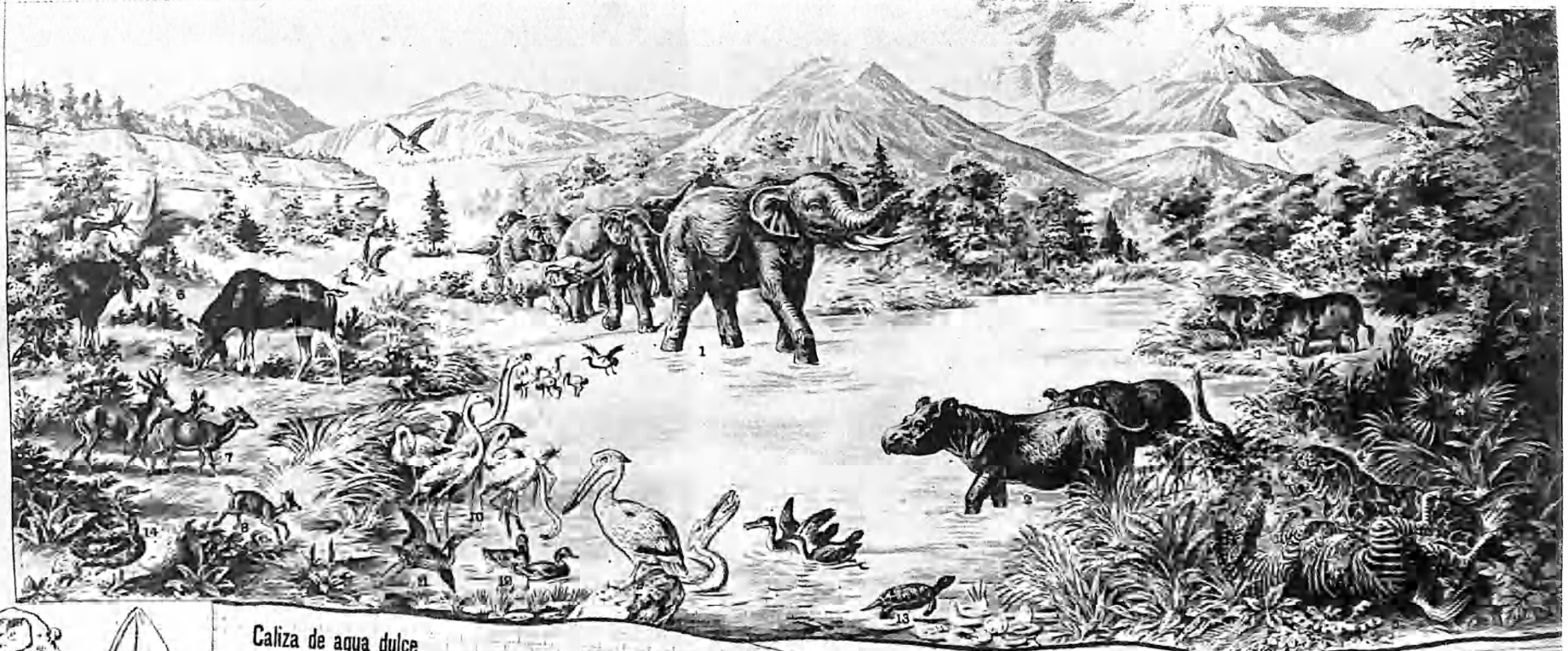
- Antracita.*
- Semiantracita.*
- Semibituminosos.*
- Bituminosos.*
- Subbituminosos.*
- Lignitos.*

*Antracita.*—De todas las clases de combustibles fósiles, la antracita es la más antigua. Aunque existen muchas clases de carbones minerales de similitud exterior, difieren distintivamente de la antracita tanto por su composición como por la manera de arder; enciéndose ésta muy lentamente, pero arde a una alta temperatura; no arde con flama larga, sino con una corta, de color azul pálido; no produce humo, siendo por lo mismo un combustible excelente para usos domésticos y, en cambio, antieconómico para generar vapor. La antracita es eminentemente homogénea y sin impresión de plantas; es negra, de lustre decididamente vítreo, con un juego iridiscente de colores y de fractura concoide y aguzada. Su estructura es sólida y dura. Su gravedad específica varía de 1.27 a 1.75. Según Reanault, la antracita contiene 0.37 de nitrógeno, y según Jaquelin, de 0.58 a 2.85. Su relación de combustible es de

**Explicación.**

**Paisaje del tiempo del Mioceno.**

- 1. Mastodon (Especie de elefante)
- 2. Acootherium (Rinoceronte)
- 3. Idirotodon (Cerdo)
- 4. Machetrodus (Tigre con dientes en forma de sable)
- 5. Hipparion (Especie de caballo)
- 6. Cervus emmons
- 7. Cervus furcatus | Ciervos
- 8. Micromeryx
- 9. Pelicano
- 10. Flamenco
- 11. Garza
- 12. Pato
- 13. Emya (Tortuga de pantano)
- 14. Python (Culebra gigante)



**Fósiles característicos**

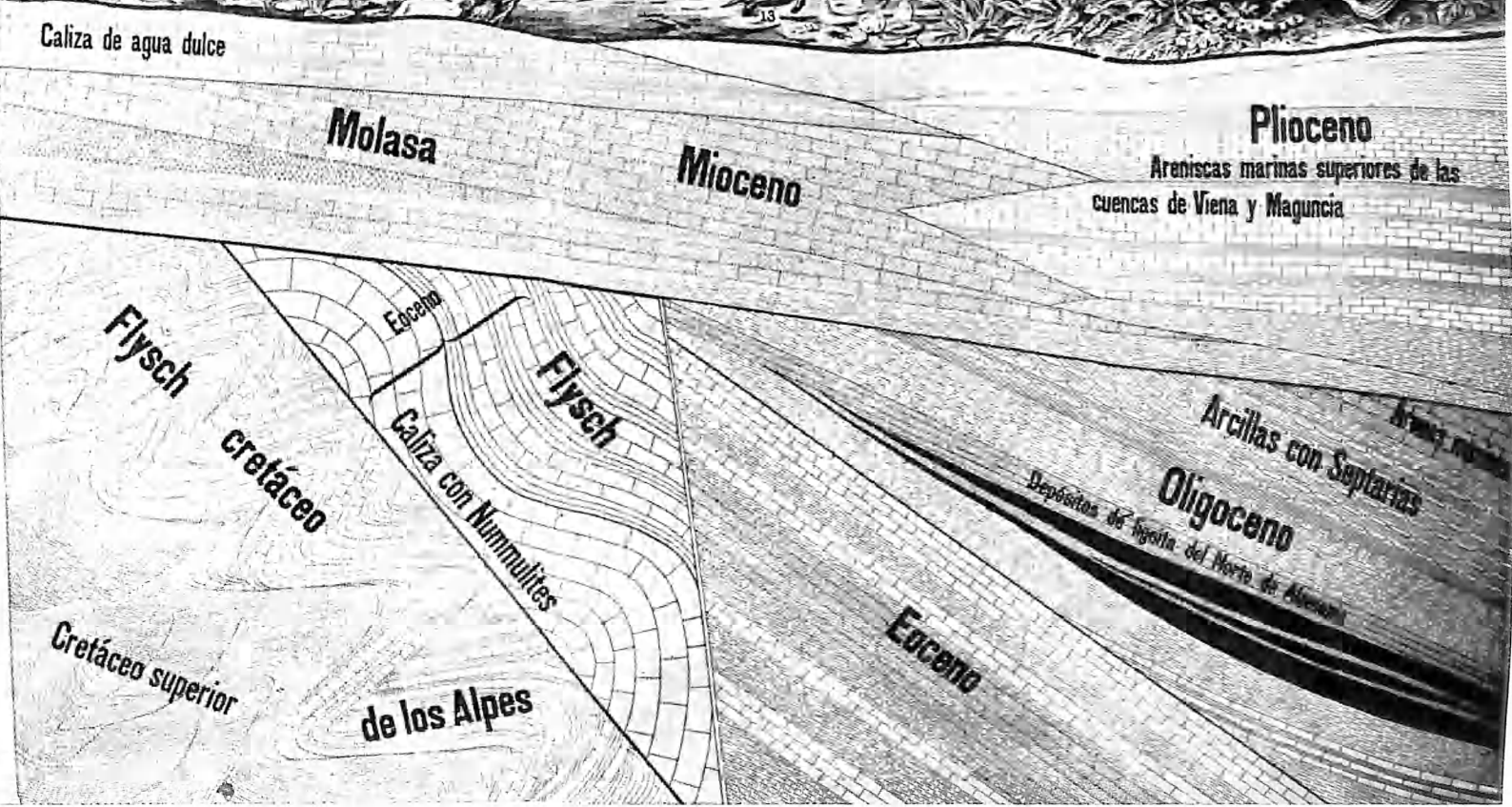
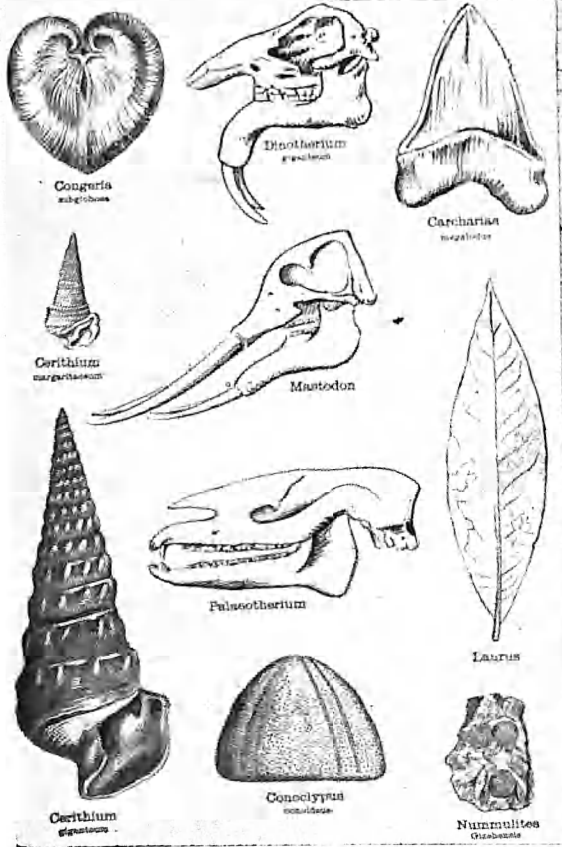


LÁMINA XI. Formación terciaria.





no más de 50 a 60, y no menos de 10. La mayor parte de la antracita americana es minada en Pennsylvania, donde su calidad peculiar es debida al metamorfismo regional. Pequeñas extensiones de antracita existen en el occidente de dicho Estado, pero generalmente esos carbones han sido convertidos en antracita por el calor de algunas masas de roca ígnea que fueron arrojadas en estado de fusión sobre otras rocas. Muchas de esas masas de rocás, por alguna distancia, se colocaron paralelamente con los mantos carboníferos. Los mantos de carbón que fueron cortados por las rocas ígneas se convirtieron, naturalmente, en cenizas, en coque, o por último en antracita. El producto resultante dependió de la presencia del aire, de la intensidad del calor y del tiempo durante el cual estuvo sujeto el carbón a la influencia de la masa calentada.

Las cenizas de la antracita son de los siguientes colores: amarillo pálido, rojo-blancuzco, blanco, rojo-amarillento, gris, rojo-grisáceo y rojo ladrillo, y tienen la siguiente composición:

Porcentaje de ceniza, de . . . . .	2.24 a 8.73
Sílice . . . . .	43.68 ,, 76.00
Alúmina . . . . .	21.00 ,, 42.75
Peróxido de hierro . . . . .	2.60 ,, 13.00
Cal . . . . .	0.85 ,, 5.76
Magnesia . . . . .	0.33 ,, 2.43

INCREMENTO GRADUAL DE CARBON FIJO  
COMPARADO CON EL DE LA FIBRA LEÑOSA

Substancia	Carbón	Hidrógeno	Oxígeno
Fibra leñosa . . . . .	52.65	5.25	42.10
Turba . . . . .	59.57	5.06	34.47
Lignito xyloideo . . . . .	66.04	5.27	28.69
Lignito terroso . . . . .	73.18	5.88	21.14
Hulla . . . . .	82.00	5.45	12.30
Antracita . . . . .	91.58	3.96	44.46

DISMINUCION PROGRESIVA DE H Y DE O  
DESDE LA MADERA HASTA LA ANTRACITA

Substancia	Carbón	Hidrógeno	Oxígeno	Hidrógeno sobrante
Madera . . . . .	100	12.18	83.07	1.80
Turba . . . . .	100	9.85	55.67	2.89
Lignito (15 variedades)	100	8.37	42.42	3.07
Hulla (10 variedades) .	100	5.56	11.61	3.73
Antracita . . . . .	100	2.84	1.74	2.63

*Semiantracita.*—La semiantracita es un carbón ni tan duro y denso, ni con tan alto porcentaje de carbón fijo como la antracita. Su relación de combustible varía de 6 a 10. El cambio o transformación de carbón ordinario en semiantracita es debido a las mismas causas ya expresadas, excepto en que el proceso no continuó, o posiblemente porque la acción no fué suficientemente intensa. La semiantracita se considera como intermediaria entre la antracita y el carbón bituminoso, conteniendo del 7 al 12% de materia volátil.

*Semibituminosos.*—Este rango propiamente debería llamarse superbituminoso, puesto que literalmente significa que tal rango es la mitad más alto que el bituminoso. Su relación de combustible varía de 3 a 7. Debido a su alto porcentaje de carbón fijo, arde casi sin humo, por lo cual en el mercado se conocen dichos carbones como "carbones sin humo". El mejor carbón de este tipo tiene un valor calorífico mayor que cualquier otro, razón por la que está indicado para generar vapor y en general para la industria donde se requiere un alto grado calorífico. Este carbón no está íntimamente unido, siendo por lo tanto desmoronadizo, a tal grado que, al ser minado, se produce una gran cantidad de "finos", aumentando éstos con el transporte y manejo.

*Bituminosos.*—El término "bituminoso" se aplica a un grupo de carbones teniendo una relación de combustible aproximadamente

igual a 3, es decir, que la materia volátil y el carbón fijo son casi iguales, mas este criterio no puede usarse puesto que en tal caso se abarcarían los carbones bituminosos y los lignitos. Los caracteres distintivos que sirven para separar los carbones bituminosos de los de bajo rango, son las maneras de como están afectados por el intemperismo. Los carbones bituminosos no son afectados químicamente por la intemperie, a menos que se espongan por muchos años, y aun así, pues como están constituidos de pequeñas partículas, cada partícula sigue siendo un fragmento prismático, en tanto que los carbones de bajo rango, se resquebrajan en delgadas laminitas, paralelas al lecho del manto carbonífero, o se desmoronan. Este rango comprende carbones que realmente nada tienen de común entre sí y que, en cambio, son coquizables, propiedad que no se limita a los bituminosos, sino más bien a los semibituminosos. A este rango pertenecen, entre otros, los siguientes carbones:

"Caking coal", negro de terciopelo o gris negrusco, de brillo resinoso, de grano fino y de fractura desigual; cuando se calienta, se funde, formándose una pasta o "cake" de la cual se escapan las burbujas de materia volátil, quedando un coque de forma totalmente diferente del carbón original.

El "gas coal" contiene mucha materia volátil, por lo que tiene demanda para destilarlo, produciendo así bastante gas; mas con el sistema de producir "gas de agua" (water-gas), tiende a desaparecer tal demanda.

"Cannel", "parrot coal" o "candle coal" y "azabache". El primer nombre es una corrupción del primitivo "candle coal", llamado así por la propiedad de arder con una flama tan clara como la de una bujía, y "parrot" por la propiedad de estallar ruidosamente cuando se colocan delgados fragmentos sobre el fuego. Este carbón tiene un color gris negrusco o café oscuro, lustre brillante y resinoso, puede pulirse, no tizna los dedos y no se rompe fácilmente. Una variedad del anterior es el "azabache", del cual por su dureza y color tan negro se hacen abalorios, rosarios, aretes y objetos artísticos.

El carbón "cannel" es muy rico en materias volátiles y, por consiguiente, arde con una flama larga, dando mucho calor. Su ri-

queza es debida a que está compuesto de esporas, cubiertas de vainas, de ramillas y productos resinosos o cerosos de determinadas plantas que vivieron en el tiempo de la formación de dicho carbón. La ausencia de material leñoso en tal carbón, le da una textura regular y un grano fino que no tiene ningún otro carbón; se rompe como el vidrio, con fractura concoide; es casi inflamable, pues si se pone en contacto un cerillo encendido con un pequeño trozo de este carbón, arde rápidamente.

Como queda expuesto, existen muchas clases de "cannels", correspondientes de una manera general a varios rangos de carbonos, por lo cual se ha propuesto la siguiente clasificación:

1. Carbón subcannel:
  - a) Subcannel pardo, o castaño, o "brown coal" de rango lignitífero.
  - b) Subcannel negro, de rango subbituminoso.
2. Carbón cannel, de rango bituminoso:
  - a) Cannel Boghead (relación-combustible menos que 0.5).
  - b) Cannel típico (r.-c. entre 0.5 y 1).
  - c) Cannel Lean o semicannel (r.-c. más que 1).
3. Canneloide, semibituminoso, semiantracita o antracita.

*Subbituminosos.*—El término "subbituminosos", está adoptado por el Geological Survey para la denominación general, "lignito negro", término que es objeccionable porque el carbón no es lignítico en el sentido de ser muy distinto de la estructura leñosa, y porque el uso de dicho término parece implicar que este carbón es un poco mejor que el carbón pardo o castaño, o lignito xyloideo, aproximándose, por lo mismo, a los carbonos bituminosos de bajo rango. Los carbonos subbituminosos se distinguen generalmente de los lignitos por sus colores negros y su estructura y textura no leñosa, y de los bituminosos por su pérdida de humedad y el correspondiente desmoronamiento que sufren cuando se les somete alternativamente a mojadadas y secadas. En general, como contienen mu-

cha materia volátil, estos carbones son excelentes para generar gas o vapor.

*Lignitos.*—El término "lignito", tal como lo emplea el Geological Survey, está restringido a aquellos carbones castaños o pardos, de marcada estructura leñosa o terrosa. Son, pues, los lignitos, intermedios en calidad y desarrollo, entre la turba y los carbones subbituminosos.



## CAPITULO XI

### GRAFITO

*Sinónimos del grafito.—Características del mineral.—Su explotación.—Usos.—Explotación del grafito en México.—Explotación del mismo en Sonora y su origen.—Datos estadísticos.*

*Sinónimos del grafito.*—Plombagina, plúmbago, plomo para dibujo, plomo para lápices. Es impropio relacionarlo con el plomo, puesto que no lo contiene.

*Características del mineral.*—El grafito, al estado natural, se presenta en forma cristalina, en copos, en masas hojosas, columnares o radiadas y también en forma compacta, granular o terrosa.

Los principales caracteres que lo distinguen, son; grasoso al tacto, color negro de fierro y lustre metálico, muy ligero, infusible y poca dureza. El único mineral con que puede confundirse es con la molibdenita, pero se distingue por el color de la raya que deja en un papel al frotarse, que es de color plomo la del grafito y azulosa la de la molibdenita.

Su composición es carbón más o menos impuro debido a la presencia de óxido de fierro o arcilla; los grafitos más puros tienen un por ciento de ceniza y materia volátil.

Los criaderos de grafito se presentan generalmente en las rocas ígneas, sedimentarias o metamórficas, formando a veces vetas que cortan la roca citada o bien como mantos concordantes con la

estratificación de las rocas sedimentarias. También existen yacimientos de importancia comercial acompañando a los mantos de carbón, que han sido parcialmente convertidos en grafito por el efecto metamórfico de las intrusiones del magma de la roca ígnea.

El grafito se presenta también en copos diseminados en la caliza cristalina y esquistos de estructura hojosa.

*Explotación.*—La explotación de los criaderos de grafito se hace por medio de trabajos mineros semejantes a los de otros minerales.

La preparación del mineral de grafito para ponerlo en estado comercial, consiste algunas veces en una simple pepena a mano, como sucede en Corea y en México, con los grafitos amorfos que en estos países se explotan, y en Ceylán, con los grafitos cristalinos. En otros países es necesaria una completa concentración mecánica, antes de ponerlo en el mercado.

La pepena a mano consiste en separar el grafito de la roca, y también en quebrar los gabarros o piedras grandes de grafito para quitarles las impurezas que contienen, que consisten principalmente en venas de cuarzo y bolsas de otras impurezas. Todo el mineral se criba dividiéndolo en cuatro tamaños generalmente: de nuez, de grano de trigo, de grano de pólvora y en polvo.

Cuando el grafito viene acompañado de mica, le separación se hace muy difícil.

*Usos.*—Los principales usos a que se destina el grafito y los por cientos empleados de la producción mundial, son los siguientes:

Manufactura de crisoles. . . . .	75 %
Manufactura de lubricantes. . . . .	10 „
Manufactura de lápices . . . . .	7 „
En la pulimentación de estufas, etc. . . . .	3 „
Manufactura de pinturas . . . . .	3 „

En la manufactura de crisoles usados en las fundiciones de acero, de bronce y de otros metales, se aprovecha la circunstancia de ser el grafito carbón casi puro, por lo que es químicamente inerte; igualmente se utiliza su alto punto de volatilización. Teniendo en



cuenta que los crisoles deben resistir a la tensión, se escoge para ellos grafito fibroso, pues mientras menos substancias adherentes tengan que ponerse, mayor será la duración de los crisoles.

En las fundiciones también se usa el grafito para hacer muflas, agitadores, espumadores y tazas para el vaciado de metales, mas en la actualidad está siendo substituído por el grafito artificial. Grandes cantidades de grafito molido se usan para cubrir los moldes.

En la manufactura de lubricantes, no se usa sino grafito en copos, cuyo tamaño varía con los distintos usos a que se destina el producto.

En la fabricación de lápices se emplea grafito amorfo finamente pulverizado, que tenga un buen color negro plateado, que sea untuoso al tacto y que contenga no menos de 80 por ciento de carbón grafitico.

En la manufactura de pinturas y para la pulimentación de estufas se usa el grafito de menor calidad, generalmente de 30 a 40 por ciento de carbón grafitico, en forma pulverulenta; las pinturas de diversas marcas contienen desde 19 por ciento en adelante de grafito, y a últimas fechas el consumo por este concepto ha aumentado de una manera notable.

Se ha usado también el grafito en la fabricación de la pólvora y como material para empacar las lámparas eléctricas de filamentos delicados. En ninguno de los usos antes citados debe contener más de uno por ciento de humedad.

*Explotación en México.*—La explotación del grafito en la República tiene lugar hasta la fecha, solamente en los Estados de Sonora, Oaxaca, Hidalgo, Coahuila, México, Jalisco y Baja California, y en las localidades que se expresan en la distribución geográfica del carbón mineral en la República.

Siendo las explotaciones de Sonora las más importantes, en seguida se citan las principales zonas.

Las minas que explotan grafito en dicho Estado, están en una zona que comprende parte de los Municipios de La Colorada, San Marcial y Guaymas.

La descripción de la región de Moradillas, principal centro de actividades que se encuentra en el Municipio de La Colorada, según los últimos datos e informes existentes en los Departamentos de Minas, de Exploración y de Estudios Geológicos, es como sigue:

*Situación y vías de comunicación.*—Las minas de grafito estudiadas están abiertas en criaderos que se encuentran en una región situada al E. del Ferrocarril Sud-Pacífico de México, en el Estado de Sonora, a 35 kilómetros de la Estación Moreno, con la cual están ligadas por un camino construido especialmente para tractores que transportan el grafito extraído de las minas a dicha estación, para su embarque.

Con respecto al Mineral de La Colorada, estas minas se encuentran situadas hacia el sur, a una distancia de 10 kilómetros, y hace seis años, antes de que se construyera el camino a la Estación Moreno, era ésta la vía que se utilizaba para transportar el grafito a la Estación Torres, en donde se embarcaba para su venta.

*Fisiografía.*—Las sierras en que se localizan los criaderos de grafito afectan formas fisiográficas parecidas a las de los Minerales de La Colorada, solamente que son sierras más vigorosas en las que se acentúa ya bastante el relieve topográfico, y en las que existen cañones muy notables que coinciden con la prolongación hacia el sur, de los accidentes tectónicos en La Colorada. Estos cañones son los conocidos con los nombres de Uvalama y Chupaderos, cuyos picos elevados resaltan en el paisaje, cuando se observa la sierra de El Lápiz desde las llanuras que la rodean. Estas llanuras son: por el S. las de La Misa, que forman parte del valle de Guaymas, y por el W. las de Moreno, Escalante y Luján, que cruza la vía del Ferrocarril Sud-Pacífico. La dirección general de los elementos más salientes de las sierras, es de N. a S., algunas veces con desviaciones locales hacia el E. u W. En la extremidad septentrional existe una extensa mesa situada cerca de la mina abandonada de El Lápiz Viejo, mesa que se une con el circo montañoso en el que se encuentran las minas de "Moradillas y Anexas" ("Los Cochis"). Hacia el S. hay una serie de accidentes orográficos, orientados también aproximadamente de N. a S., que van a morir en la llanura de La Misa.

Al E. de estas sierras se presentan macizos aislados, tales como el del Cerro Colorado, algo lejano, en el cual existen también criaderos de grafito.

*Geología general.*—La constitución geológica de la región puede considerarse, en sus rasgos generales, como formada en sus porciones norte y central, por una poderosa serie sedimentaria que ha sufrido los efectos de un intenso metamorfismo; hacia el E., por un macizo de granito de biotita, que en algunos lugares se ve atravesado por intrusiones dioríticas; hacia el W., por extensas corrientes riolíticas que forman masas o picos, corrientes que, como en La Colorado, están dislocadas por fallas y descansan sobre la serie sedimentaria antes citada; y por último, hacia el S., por los terrenos de acarreo reciente del valle de Guaymas. De estas diversas formaciones geológicas, la más interesante, desde el punto de vista de la geología económica, es la sedimentaria metamórfica por contener los criaderos de grafito. Los estratos de la formación sedimentaria se componen de pizarras arcillosas en gruesos bancos, de areniscas de grano fino y grueso, de margas, rara vez de caliza, de conglomerados blancos cuarzosos y de cuarcitas, siendo estas últimas muy abundantes. El rumbo de las capas sedimentarias varía desde N - S. hasta 40° NW - SE., siendo los rumbos más frecuentes los de 10°, 20° y 30° NW - SE. con echado o inclinación variable entre 40° y 70° al SW. En la porción central y hacia el E. de esta porción en el Cerro Colorado, el rumbo de las capas es semejante, pero su echado es contrario, es decir, hacia el NE.

La estructura geológica de la región parece, pues, corresponder a la de un gran pliegue anticlinal descabezado por la erosión, cuyo centro está ocupado por un poderoso macizo granítico, existiendo hacia el E. una zona de fallas, cuyo rumbo medio es de 20° NW., zona que se revela desde La Colorado por los profundos acantilados y escarpes, que se observan allá en los cerros del Chivato y Churi, y aquí en los de Chivas y Chupaderos.

*Criaderos y su origen.*—Los criaderos de grafito de la región, aparecen como mantos intercalados entre las capas de pizarras arcillosas y cuarcitas, principalmente de la serie sedimentaria triásica, a

que se ha hecho referencia, y sus rumbos y echados son, por lo tanto, los mismos que los de esas capas.

Algunos de estos criaderos (minas de "San José", "La Fortuna", "San Antonio") afectan la forma tabular o bien la lenticular, y son importantes por la potencia de los mantos, que varía entre 10 cm. y 2.70 m. y por la excelente calidad del grafito.

Al enumerar por orden sucesivo, comenzando de N. a S., las principales minas abiertas en estos criaderos, debemos mencionar en primer lugar a la de "San José" ("Cochis" o Moradillas") y después a las de "La Fortuna" y "San Francisco". De estas minas, las que tienen laboríos más desarrollados, son las de "San José" y "San Francisco".

En cuanto al origen de esos criaderos, puede decirse que fueron debidos al metamorfismo sufrido por los mantos de carbón que primitivamente existieron entre las capas de la importante serie sedimentaria antes citada, mantos que provinieron, a su vez, de la carbonización de las plantas triásicas que se desarrollaron durante la época de depósito de estas rocas sedimentarias.

*Producción, valor y precios del grafito en México.*—De acuerdo con los datos expresados, durante el tiempo transcurrido de 1910 a 1925, la producción del grafito fué de 98,896,806 kilogramos; el valor de la producción del grafito de 1916 a 1924, alcanzó la importante cifra de \$ 4,789,909.00.

Se estima que anualmente se producen 4,000 toneladas; los precios fluctúan entre 10 y 20 centavos el kilogramo.

## DATOS ESTADISTICOS

### PRODUCCION MUNDIAL EN MILES DE TONELADAS DE GRAFITO NATURAL

Países	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932
Estados Unidos . . . . .	7.337	12.331	11.785	6.733	8.627	2.210	2.835
Canadá . . . . .	3.588	3.369	2.826	1.199	1.987	361	590
México . . . . .	4.836	6.869	5.080	4.023	2.992	2.911	2.054
Austria . . . . .	23.973	30.647	17.415	8.265	11.543	13.280	11.650
Checoslovaquia . . . . .	26.313	23.073	27.355	31.234	22.925	20.000	22.000
Alemania . . . . .	30.649	37.458	40.966	30.525	20.639	24.565	30.000
Italia . . . . .	8.182	12.117	11.653	7.626	5.398	5.233	7.300
Ceylán . . . . .	33.956	27.572	15.701	6.779	9.353	4.419	11.023
Corea . . . . .	16.963	16.183	13.659	12.945	18.259	8.015	19.362
Madagascar . . . . .	26.524	35.000	16.000	4.893	4.000	6.220	6.675
Otros países . . . . .	4.236	5.252	5.237	12.354	9.368	5.791	1.038
<b>Totales . . . . .</b>	<b>186.557</b>	<b>208.871</b>	<b>167.577</b>	<b>126.666</b>	<b>115.091</b>	<b>86.785</b>	<b>107.852</b>



## CAPITULO XII

### DIAMANTE

*Generalidades. — Propiedades físicas. — Aplicación. — Talla del diamante.—Variedades.—Yacimientos y producción mundial.—  
Diamantes meteoríticos.*

*Generalidades.*—El diamante es el carbón cristalizado y más puro que todos los demás carbones minerales. Es generalmente incoloro, aunque a veces presenta tintes de diferentes matices. Es el más duro de todos los cuerpos, pero frágil.

Aparte de su dureza y de su gran densidad, presenta el diamante un marcado índice de refracción y gran poder dispersivo, lo cual es causa de los hermosísimos destellos que produce al ser herido por la luz. Esto hace que sea una piedra preciosa de gran valor, dependiente de su peso, su talla y la limpidez de sus reflejos. Es fosforescente, sobre todo en el vacío, y su tinte se ha mostrado sensible a la acción prolongada de las sales de radio.

Sometido a muy alta temperatura y fuera del contacto del aire, se transforma en otra variedad cristalina de carbono, el grafito; y si a la temperatura de 800° C, se añade la presencia del oxígeno, el diamante arde y da anhídrido carbónico CO<sub>2</sub>, lo cual prueba que es carbono puro.

*Propiedades físicas.*—*Dureza*, 10. *Peso específico*, 3.145 a 3.518; *boort y carbonado*, 3.47 a 3.50. *Punto de fusión*, proba-

blemente sobre  $3,000^{\circ}$  C.; combustible, entre  $800$  y  $850^{\circ}$  C. *Índice de refracción*, 2.4175. *Grado de dispersión*, muy alto. *Color*, en las joyas, incoloro o ligeramente amarillento, azulado u oscuro, más bien con tonos amarillos, verdes, azules, rosa o rojo; el color del carbonado es negro, café oscuro o gris oscuro; el *boort* tiene tonos oscuro café, casi negros. *Tenacidad*, quebradizo en las variedades cristalinas; carbonado, correoso, fuerte o duro. *Raspadura*, blanca. *Lustre*, en caras no cortadas, gris adamantino; en caras cortadas, típicamente adamantino, muy brillante; en el carbonado, opaco u oscuro. *Crucero o clivage*, en cristales, perfectamente definidos los octaedros; el carbonado no tiene.

*Aplicaciones*.—Es un objeto de lujo. Se emplea en la talla del vidrio, para hacer perforaciones, etc.

El 20 de enero de 1905 se halló en una mina junto a Pretoria, Transvaal, el mayor ejemplar conocido hasta ahora, llamado *Culinan*, por el nombre del primer propietario de la mina donde se le encontró; es límpido, en forma de un huevo de oca, alargado e irregular, de 10 cm. por 6.25 cm., por 3.75 cm.; su peso en bruto es de 3,032 quilates, siendo así que el *Regente* pesaba 410 y el *Excelsior* 969. El *Culinan* fué estudiado por Crookes, quien sospechó ser sólo la mitad del verdadero ejemplar. Algunos exageran su precio hasta un millón de libras esterlinas. Actualmente la joya pertenece al tesoro de los Reyes de Inglaterra, como regalo que en prueba de su lealtad les ofreció la Colonia del Transvaal; pero el primitivo diamante quedó dividido en otros nueve principales y cerca de 100 pequeños; los más notables son tres, que pesan después de tallados, 516.5, 309.12 y 92 quilates, respectivamente.

El quilate es igual a 205 miligramos.

*Talla del diamante*.—Para que el diamante pueda producir todos los juegos de luz que lo hacen tan estimado, es necesario tallarlo. Los diamantes de poco espesor son generalmente tallados en forma de rosa, o sea que tengan la base plana; en este caso, se utilizan las formas hemiédricas para obtener la base de rosa; los diamantes gruesos son tallados en la forma de brillantes.

En el brillante rosa, la parte inferior es plana, la parte superior forma un poliedro de 24 facetas. En el brillante, la faceta supe-



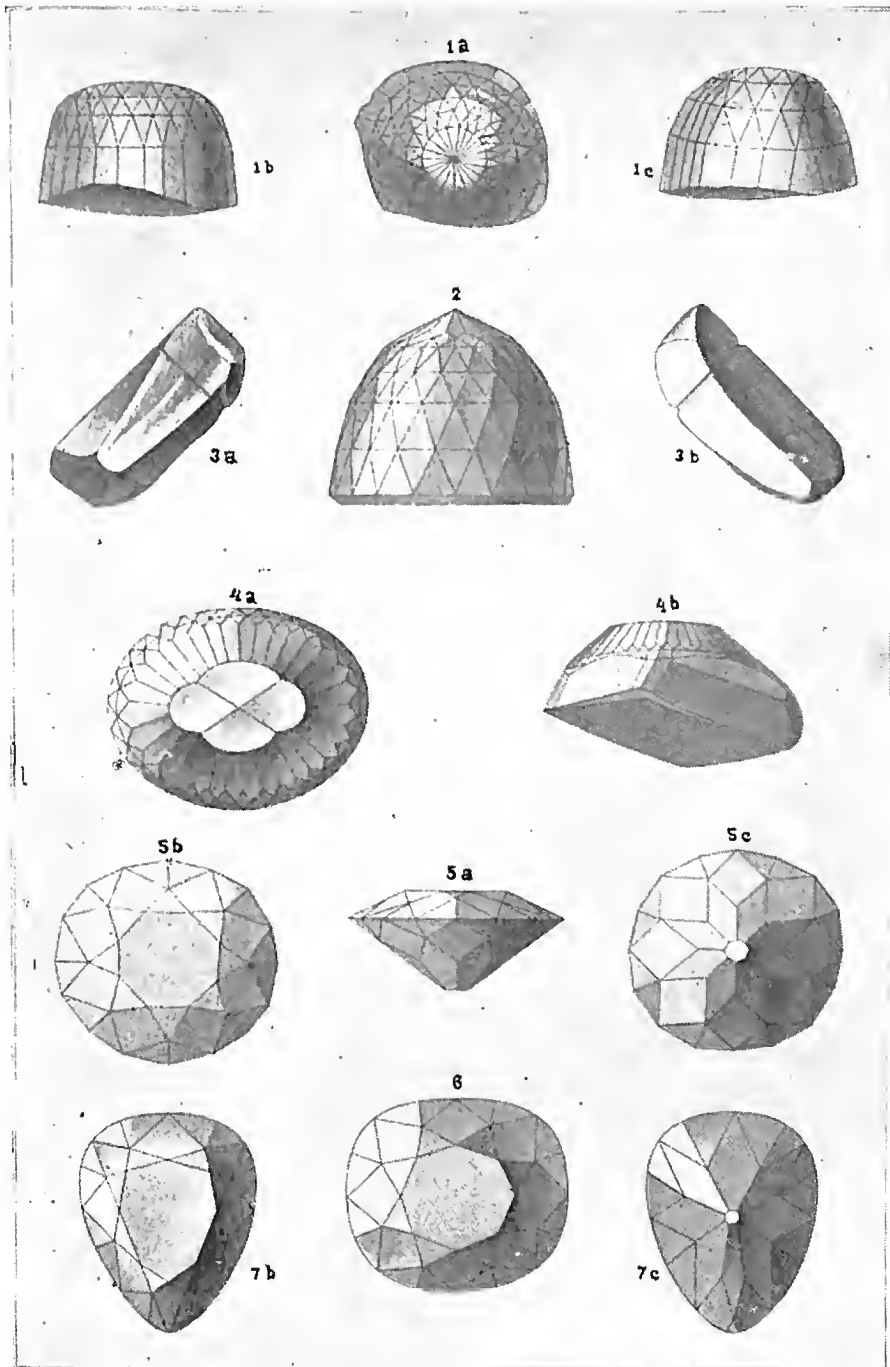


LÁMINA XII. Diamantes notables (reducidos a ocho décimas del tamaño natural).  
 ORLOFF: 1a, visto de arriba; 1b y 1c, visto de dos lados distintos. GRAN MOGOL:  
 2. SCHAH: 3a y 3b. KOHINOOR: 4a y 4b, forma antigua; 5a, 5b y 5c, forma  
 nueva. STEWART (Kap): 6. DIAMANTE DEL SEÑOR DRESDEN (Brasil): 7b y 7c.



rior llamada la *tabla*, es rodeada de facetas oblicuas, la parte inferior se llama *culata*; forman ambas facetas las partes truncadas de pirámides cuyas facetas se corresponden. La talla del brillante tiene 32 facetas para las joyas regulares o clásicas.

Para tallar un diamante se comienza por fraccionarlo según el *clivage* o *crucero*, paralelamente a las caras del octaedro y siguiendo el hilo de la piedra. En seguida viene el *frotado*, que consiste en frotar dos diamantes uno con otro, lo que produce el polvo respectivo, el cual se recoge; en fin, términase por el pulimento, que se efectúa sobre una plataforma de acero cubierta de polvo de diamante humedecido con aceite y animada de un movimiento rápido de rotación.

*Varietades.*—El *diamante negro*, carbonado o carbón, se halla principalmente en Brasil, en pequeñas bolitas irregulares, amorfas y negruzcas, alcanzando el tamaño del puño de una mano.

Su dureza es mucho más grande que la del diamante propiamente dicho, aunque su densidad es menor. Contiene un poco de cenizas.

Los diamantes negros se emplean encasquillados en las extremidades de los útiles de acero, para perforar las rocas duras, en los tornos, para pulir, etc.

El *boort* o *diamante concrecionado*, se encuentra en todos los yacimientos de diamantes en una proporción de 2 a 5%; es translúcido, pero no transparente. Se presenta en bolas cristalinas sin trazas de *clivage* o *cruceros*, y por lo mismo no se puede tallar. Es menos puro que el diamante propiamente dicho. Siendo su dureza superior a la del diamante, se le emplea para el pulimento de los diamantes finos.

*Yacimientos.*—Los principales yacimientos de diamantes, son: los del Cabo de Buena Esperanza, los del Brasil y los de la India.

*Yacimientos del Cabo de Buena Esperanza.*—Estos fueron descubiertos en 1867; las principales minas son las de "Dutoitspam", "Bultfontein", "Old-de-Beers" y "Kimberley". Los diamantes se encuentran al descubierto en una ofita brechoide, acompañada de bronzita hidratada con venas de calcita y de sílice opalina. Esta ofita llena, como un lodo eruptivo, las cavidades en forma de

embudos de 200 a 300 metros de diámetro, que tienen lugar en la superficie de las mesetas, cuyas altitudes varían de 600 a 2,300 m. sobre el nivel del mar; estas mesetas están constituídas por areniscas, arcillas con oquedades y de esquistos negros u oscuros recortados por dioritas y melafiras. Los embudos provienen probablemente, según Daubrée, de explosiones de hidrocarburos en las profundidades, como lo hace suponer la abundancia de grisú y la asociación de grafito o diamante. Esta especie de chimeneas están llenas de rocas azules en la profundidad y amarillas en la superficie, mezcladas a los restos de areniscas triásicas en lo alto y de ofitas, melafiras, granitos o gneis en lo bajo, restos provenientes de las rocas circundantes o de la profundidad.

Los diamantes octaédricos o dodecaédricos, son amarillentos, habiendo una fuerte proporción de diamantes imperfectos (*boort*); son acompañados por granates, fierro titano, zirconio, topacios, etc., minerales arrancados a las rocas atravesadas por la erupción de la brecha serpentinoso.

Las cuatro minas ya citadas han sido controladas por la "Beers Consolidated Co.", y la explotación por tajos abiertos y cables ha sido perfeccionada por la apertura de pozos y tiros de 300 a 400 metros de profundidad, ligados al yacimiento por medio de crueros.

La mina más honda había alcanzado, hasta 1920, 1,200 metros de profundidad.

Generalmente cada 300 metros se abren cañones principales; y cada 20 metros se abren los niveles respectivos.

El mineral en bruto es colocado a la intemperie durante seis meses, después de lo cual se desquebraja a mano.

*Yacimientos del Brasil.*—Los más importantes son los de "Diamantina", a 300 km. al norte de Ouro-Preto (Minas Geraes); los de "Bagagem", de Grao-Magor; de "Cincora" y los de "Salabro". Estos yacimientos se hallan sobre una planicie de 1,000 a 1,200 metros de altitud, en donde existen varios ríos; dichos yacimientos son a la vez auríferos y diamantíferos.

Los diamantes tienen relación con las cuarcitas micáceas (itacolumitas) que se encuentran en Grao-Magor, asociadas con los

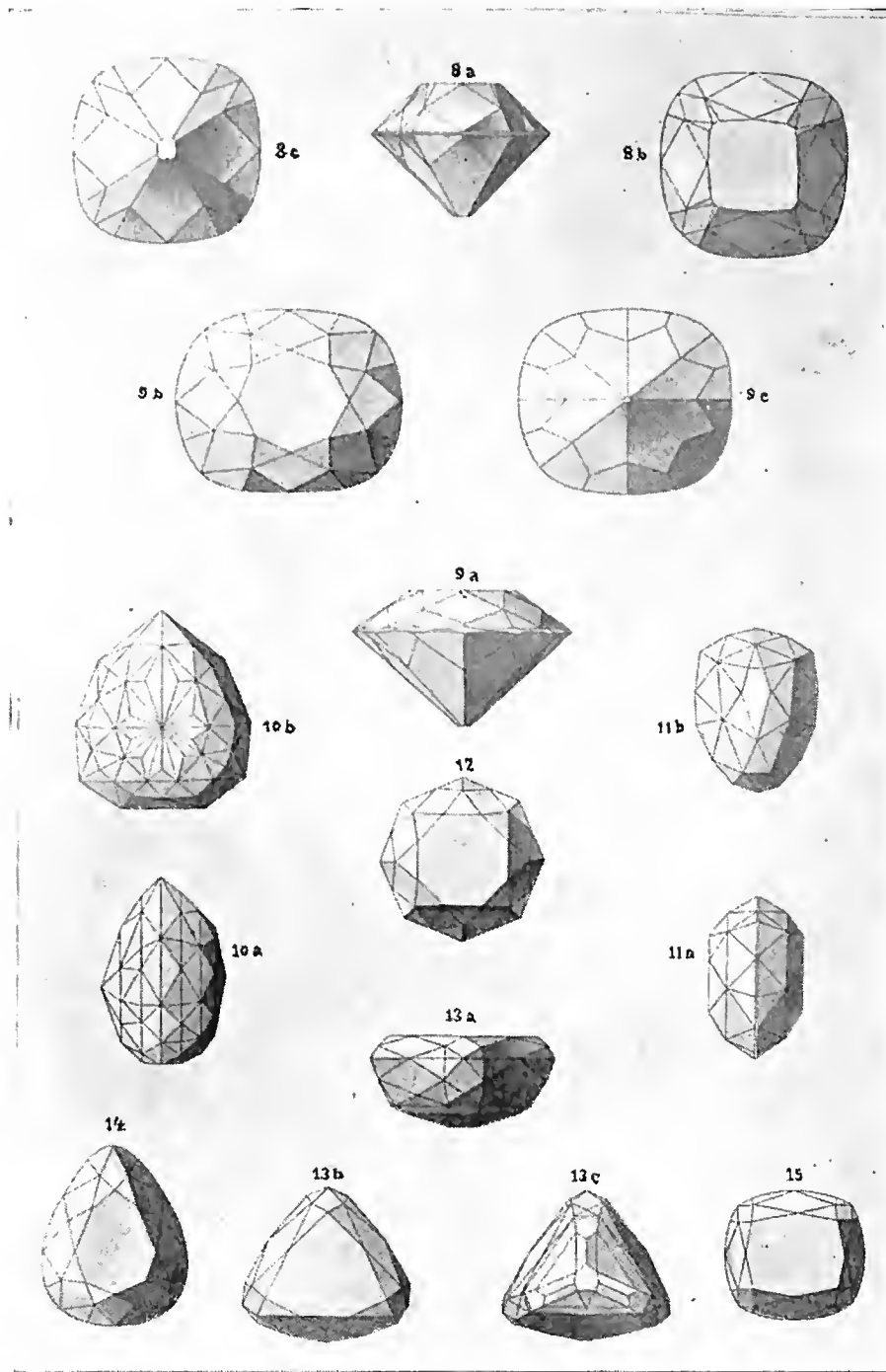


LÁMINA XIII. Diamantes notables (reducidos a ocho décimas del tamaño natural).  
 REGENTE: 8a, 8b y 8c. ESTRELLA DEL SUR: 9a, 9b y 9c. FLORENTINO: 10a  
 y 10b. SANCY: 11a y 11b. PASHÁ DE EGIPTO: 12. NASSAR: 13a, 13b y 13c.  
 ESTRELLA DE SUDAFRICA (Kap): 14. ESTRELLA POLAR: 15.



conglomerados cuarzosos. El diamante es acompañado con pirita y martita.

En las mesetas o planicies, los diamantes de las itacolumitas y de los conglomerados, han sido reconcentrados en unas pudingas de grava y tierra roja (*gorgulho*); en los lechos de los ríos, los diamantes se encuentran en una mezcla de arcilla y de grava cuarzoza (*cascalho*) con minerales, tales como el rutilo, la brookita, la anatasa, etc.; están a menudo concentrados en bolsas (*caldeiroes*) formadas por los remansos de las aguas. La explotación se efectúa quebrando en seco el *cascalho* y después lavándolo en bateas.

Los diamantes del Brasil son bellos, aunque pequeños (de unos 4 quilates como promedio). El más célebre es *La Estrella del Sur* (254 quilates y medio).

La producción del Brasil es, como término medio, de 30,000 quilates por año.

*Yacimientos de la India.*—Los famosos diamantes de la India (*El Gran Mogol, El Regente, etc.*) provienen de yacimientos explotados antes de la Era Cristiana y cuyas producciones actualmente son poco importantes: Randapoli, cerca de Mazulipatam, Bellary, Karhul, Kadapat, Sambalpur, Panna, Majgama, etc.

En *Bellary*, el diamante asociado al oro, existe en las areniscas silurianas, análogas a las itacolumitas del Brasil y en los barrancos producidos por la lluvia sobre una planicie de esquistos micáceos, recortados por filones de granulita rosa y epidota.

En *Sambalpur* se encuentran los diamantes aun actualmente en los lechos de los ríos, provenientes de aluviones antiguos.

En *Panna*, el diamante se encuentra asociado al zafiro, al rubí y al topacio, en las gravas rojas de aluvión, recubriendo un conglomerado siluriano de por sí diamantífero.

En *Majgama* existe el diamante en un lodo verde diamantífero, análogo al del Cabo de Buena Esperanza; los yacimientos son poco importantes y son explotados gracias a los bajos jornales de los hindúes.

*Yacimientos de Borneo.*—Los diamantes de Borneo se encuentran en las gravas y aluviones de los ríos Bandjermassin y Kapocas.

La producción anual de Borneo es, por término medio, de 5,000 quilates.

*Yacimientos de Australia.*—Se han descubierto en Australia aluviones diamantíferos de poca importancia.

*Yacimientos de Nueva Gales del Sur.*—En esta región se han explotado las minas de "Boggy-Camp", a 25 km. de Tingha; el rendimiento es de unos 13 quilates por tonelada; los diamantes son muy blancos y de buena calidad.<sup>1</sup>

La producción mundial de diamantes, hasta 1929, es como sigue:

PRODUCCION MUNDIAL DE DIAMANTES  
EN QUILATES METRICOS, HASTA 1940

	<i>Producción hasta 1929:</i>	<i>Total:</i>
Africa .....	164.080,210	
Brasil .....	14.306,050	
India .....	12.101,110	
Ex-Protectorado Alemán en África del Sur .....	6.250,070	
Congo Belga, Australia, Guinea Británica, Rhodesia y otros países y localidades de menor importancia .....	1.020,290	
Borneo .....	1.050,130	198.807,860
	<hr/>	<hr/>
	A la pág. siguiente . . . .	198.807,860

<sup>1</sup> Ultimamente fueron descubiertos en Brasil el diamante Presidente Getulio Vargas, cuyo peso es de 726 quilates, y en Venezuela, el diamante de 155 quilates, descubierto por James Hudson —apodado el Barrabás— en la Gran Sabana en noviembre de 1942 y adquirido por la casa de Harry Winston Inc. de Nueva York, en la suma de 200,000 dólares. El nombre con que fué bautizado este diamante es el de "Libertador", como homenaje al Generalísimo Simón Bolívar.



*Producción hasta 1929:* 198.807,860

*Desde 1930 hasta 1940:*

*A f r i c a :*

Angola .....	5.687,521
Congo Belga .....	55.166,460
Africa Francesa .....	328,212
Costa de Oro .....	12.964,201
Sierra Leona .....	3.770,621
Africa Sud-occidental .....	1.242,290
Tanganyica .....	40,814
Suma .....	<hr/> 79.200,119

*U n i ó n d e S u d a m é r i c a :*

Minas .....	7.898,154
Aluvial .....	4.462,949
Desechos .....	4,160
Suma .....	<hr/> 12.365,263

*B r a s i l y o t r o s p a í s e s :*

Brasil .....	1.481,219
Guayana Británica .....	539,326
Otros países y localidades de menor importancia .....	114,105
Suma .....	<hr/> 2.134,650

Producción total de 1930 a 1940 ..... 

---

93.700,132

*Producción total hasta 1940* ..... 

---

292.507,992

*Observaciones.*—De una manera general y como promedio de la producción mundial, corresponde el 80 % a Africa, 8 % a Brasil, 7 % a la India y 5 % a los demás países.

Igualmente, de dicha producción corresponde del 75 al 81 % a lo minado, del 19 al 26 % como proveniente de los placeres, y de una a dos milésimas partes lo obtenido por medio de lavadoras y de las colas.

Los diamantes clasificados para ser embarcados, son divididos de 400 a 1,000 clases, de acuerdo con el tamaño, color, pureza, forma, etc.

El quilate métrico equivale a 200 miligramos, y el quilate internacional, a 205 miligramos.

*Diamantes meteoríticos.*—El diamante aparece también en algunas meteoritas que caen sobre la tierra. En París, en el laboratorio de M. Moissan, se observó una traída del Cañón Diablo, con pequeños diamantes blancos y negros. Este malogrado y célebre químico francés, emprendió y logró en 1905 la fabricación artificial del diamante, sirviéndose de elevadísima temperatura producida en un horno eléctrico especial.

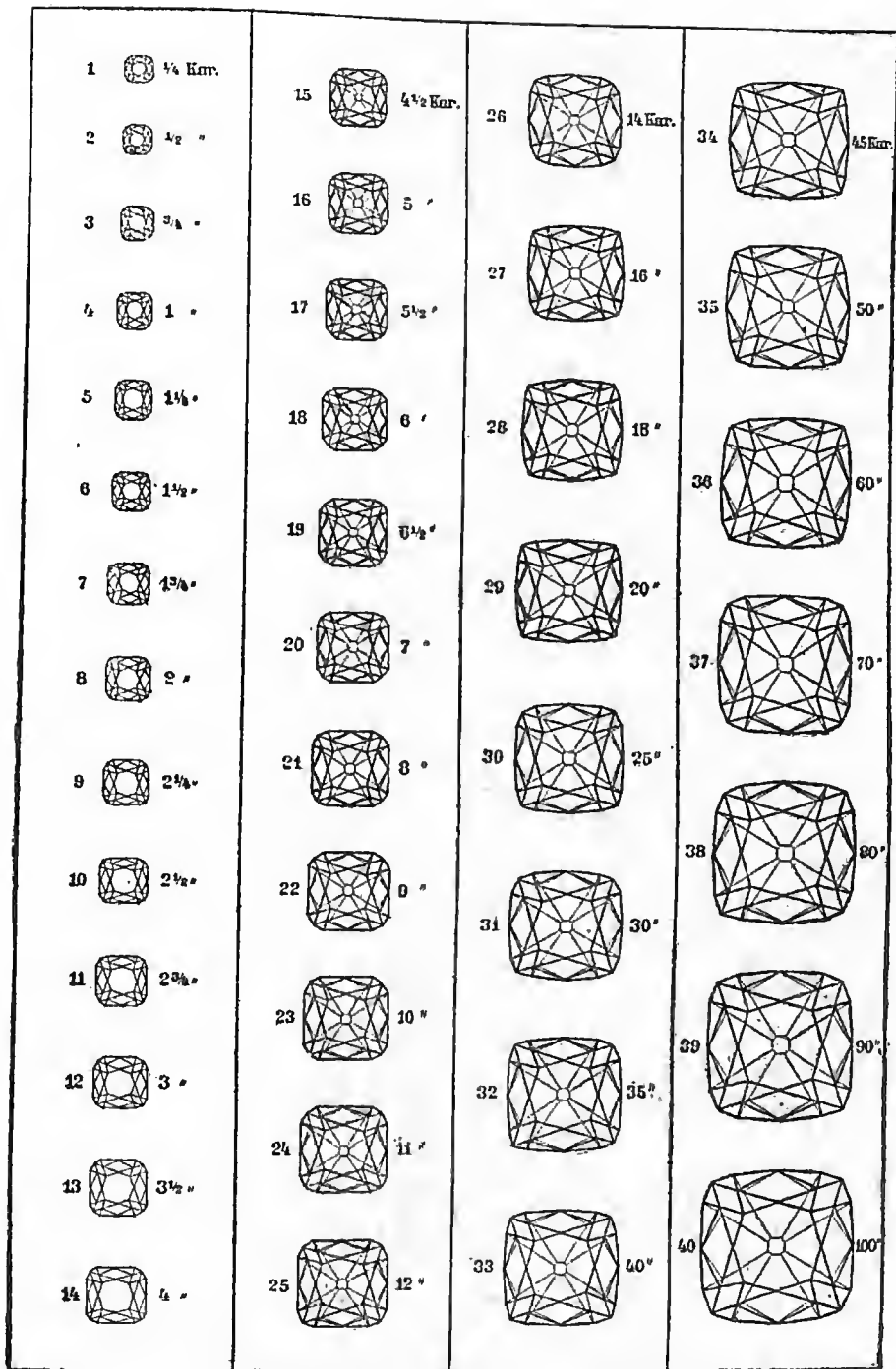


LÁMINA XIV. Vista superior de brillantes desde 1/4 hasta 100 quilates, a la escala de 1 : 0.8 (ocho décimas partes del tamaño natural).



## CAPITULO XIII

### CONSTITUCION DEL CARBON MINERAL

*Historia de las investigaciones del carbón mineral.—Exámenes microscópicos.—Examen de la turba.—Exámenes de diferentes clases de carbón mineral.—Constitución.—Substancia del carbón mineral.—Origen.—La coquización no es causada por las resinas. Estructura física.*

*Historia de las investigaciones del carbón mineral.*—La teoría de que el carbón mineral fué formado de las antiguas turberas, fué primeramente anticipada por Beroldinges en 1778 y 1792, en Inglaterra.

Los químicos, entre los cuales muy particularmente M. Baroulier, yendo más allá de las experiencias, llegaron a reproducir la hulla con aserrín de madera, haciendo intervenir convenientemente la temperatura y la presión, y con arenas y arcillas también reprodujeron los asperones y los esquistos, y obtuvieron artificialmente las impresiones de hojas de vegetales.

Sin embargo, la teoría anotada no fué generalmente aceptada sino hasta que más tarde fué revivida por McCulloch en 1831. Los progresos ulteriores sobre el estudio de la formación y estructura del carbón mineral fueron retrasados por diversas teorías, hasta que el microscopio, desarrollado lo suficiente, dió, para apoyarse, la verdadera base resultante del estudio de la turba y del carbón citado, así como de las plantas vivas y fosilizadas.

La mayor parte de las investigaciones han sido hechas en recientes años por los botánicos. White vió que, a fin de darse cuenta perfecta sobre la naturaleza del carbón mineral era necesario atacar el problema, primeramente por la parte botánica y después por la química, así como que el estudio debía comenzar por las turbas y continuar sucesivamente por los lignitos y por los carbones subbituminosos y bituminosos.

La transformación progresiva del carbón, desde la turba al lignito, hasta el carbón bituminoso, está acompañada por la pérdida del oxígeno, hidrógeno y carbono, aunque la desoxigenación tiene lugar con mayor grado de rapidez que la eliminación de los otros elementos, y de ahí el bajo porcentaje de oxígeno en los carbones de alto rango, y como consecuencia, sus propiedades para coquizar.

Antes de que se pudieran comenzar los exámenes con el microscopio, muchas dificultades fueron vencidas, constituyendo serios problemas. Además, antes de que la naturaleza del carbón mineral pudiera ser investigada, todas las informaciones correspondientes en todas las ramas de la ciencia, tales como la geología, botánica, química, fisiografía, paleobotánica, etc., se armonizaron.

*Exámenes microscópicos del carbón mineral.*—Las siguientes investigaciones microscópicas de la estructura de los combustibles, fueron hechas por Aitken, de Glasgow, Inglaterra:

“Antes de proceder a efectuar los exámenes microscópicos, es necesario llamar la atención sobre algunos puntos importantes relativos a los tubos escaleriformes de los tejidos, a los cuales se tendrá que hacer a menudo referencia. En estos tubos, al depositarse la celulosa, visiblemente se observan finos filamentos o líneas normales a dichos tubos, pero en tal manera y forma, que aparece como que el contenido se hubiera roto, dejando espacios semejantes a los peldaños de una escalera. En los helechos, el tejido toma un arreglo prismático o columnar. Receptáculos de secreción, también existen en algunas partes de las plantas, consistentes en canales o cavidades especiales conteniendo materia aceitosa, sebosa o resinosa. También se encuentran frecuentemente llenas de células con substancia tosca, llamada esclerogenosa. En algunos casos, la

parte orgánica de los tejidos se puede eliminar con el ácido nítrico, quedando la materia silicosa en la forma de su estructura original.”

*Examen de la turba.*—Examinadas al microscopio porciones seleccionadas de los distintos lechos de turba, se observa perfectamente el proceso de transformación desde los recientes tejidos vegetales hasta los compactos del lignito, y aun a veces hasta los de la hulla propiamente dicha. Muy distintas y características apariencias microscópicas se hallan asociadas con la carbonización de los variados materiales y sus remotas transformaciones. Los experimentos de Lindley y Geopert muestran que la persistencia de la estructura de las plantas sumergidas en el agua, depende, principalmente, del poder resistente que tienen determinadas familias de plantas, de no descomponerse bajo la acción del agua.

El proceso de transformación se hace más y más patente al depositarse la materia amorfa negra en y sobre las paredes de las células, la cual, al microscopio, no es sino carbón, lo que por otra parte tiene lugar de una manera definida. El depósito granular se observa primero en el interior de las células y sobre las paredes de los tubos que forman el tejido vascular de las plantas, comenzando en tal forma el proceso de transformación. Este metamorfismo continúa hasta que la apariencia anatómica original de los recientes tejidos vegetales ha sido completamente destruido, volviéndose opaca, granulada y amorfa por haberse depositado la substancia negra.

La evolución de los productos gaseosos rompe las células, y el tejido vascular se disgrega de tal manera que las células y las fibras se convierten en una masa amorfa, de color negro, o en una substancia homogénea, amarillenta y resinosa.

Esos son los cambios que tienen lugar cuando el aire es parcialmente excluido, pero cuando tiene acceso, la masa toma un aspecto más bien terroso y los elementos de los tejidos se descomponen en partículas granulares. Los productos gaseosos, cuando no pueden salir enteramente, tienden a romper los tejidos, así como a permanecer ocluidos dentro de las células o entre los tubos. La materia vegetal así enterrada en el suelo permanece fuera del contacto del aire, expuesta a la acción de la materia mineral, de donde resulta su propia descomposición o la de la estrata que la rodea.

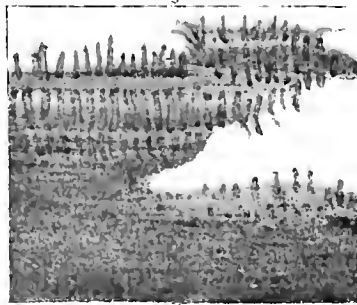
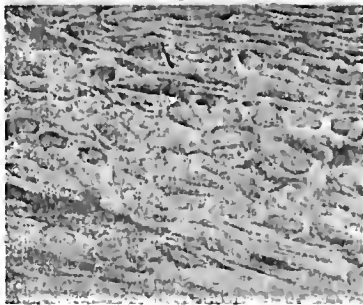
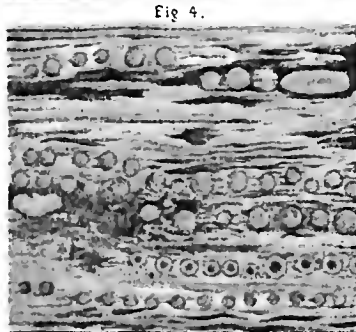
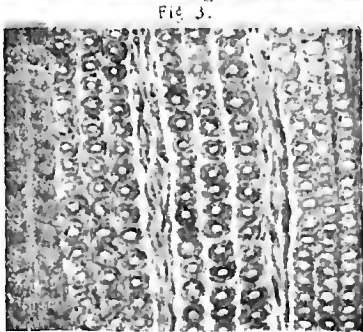
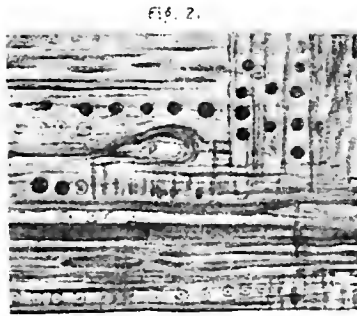
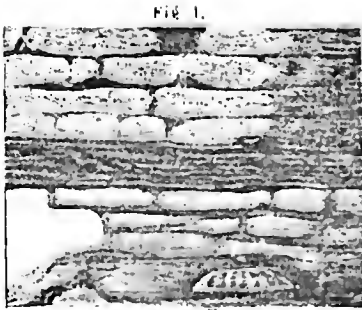
Este proceso de cambio es muy gradual y sumamente influido por las circunstancias locales; algunos bosques que han sido sumergidos antes de toda tradición, presentan hasta nuestros días, todos sus caracteres leñosos. La madera de algunos bosques no ha sufrido ningún cambio importante en su carácter vegetal microscópico, salvo la natural descomposición debida al intemperismo. Algunos tallos de madera que existen en las partes más bajas de una turbera, se han ennegrecido completamente, pudiéndose reducir a una pasta semejante al barro, y cuando son examinados al microscopio, presentan la apariencia característica del carbón fósil o del lignito, conservando la forma granular o la del tejido leñoso, tal como a la simple vista se observa. La pequeñísima estructura del elemental tejido vegetal ha sido completamente borrada, y substituída en muchas partes por la materia negra y opaca ya citada.

El proceso de histólisis o de descomposición retrógrada, ha sido artificialmente imitado por Goepert, quien dedujo que el producto formado no podía ser distinguido del carbón castaño (*brown coal*). Además, algunas partes escapan al proceso, como la corteza y la parte silicosa de los tallos, así como algunas clases de plantas, tales como las coníferas y araucarias o pino de la isla de Norfolk, los que tal vez deban su preservación a la naturaleza antiséptica de los productos de su descomposición. Sus restos son encontrados con frecuencia formando la parte mineral de la hulla, el *carbón madre*; Hahchett ha notado el mismo hecho, encontrando además que la resina, próxima a la fibra leñosa, resiste más poderosamente a todos los cambios.

*Exámenes de diferentes clases de carbones minerales.*—Cuando se efectúan secciones de las diferentes variedades de carbones y se reducen a laminas de espesor uniforme, de tal manera que si son transparentes se pueden examinar aplicándoles una luz fuerte y con aumento de 70 a 300 diámetros, se encontrarán determinadas características generales para cada clase de carbón.

Todos los carbones minerales, propios para usos domésticos, las variedades coquizables y las antracitas, son completamente opacas en toda su substancia, y solamente pueden observarse con luz reflejada.





## LÁMINA XV

Fig. 1. Estructura de la parte más condensada de *turba* de Allenhead's Moors Inglaterra, y a 3 metros de la superficie. Dicha figura muestra el tejido vegetal sujeto al proceso de transformación. La materia negra en y alrededor de las células del tejido, produciendo en algunas partes una perfecta opacidad. En algunos lugares, las células están marcadas perfectamente y bien conservadas. En la parte inferior de la figura se observa una solución o una especie de materia blanda, marcando la naturaleza del cambio. En la parte central se nota un arreglo estratificado y laminar más condensado.

Fig. 2. Esta figura muestra una sección o corte horizontal de un lignito del Rhin: la línea de puntos del tejido, que es en algunas partes distinto, característico de las maderas de las coníferas: en otras partes se observa que las glándulas o cavidades están dilatadas, siendo de varios tamaños, llenas con una sustancia amarilla o café muy característica de los elementos volátiles de los carbones gaseosos (gas-coal). El tejido es alterado parcialmente por la dilatación de esos discos o cavidades, y parcialmente por la deposición de materia negra.

Fig. 3. Es una sección transversal de lignito alemán. Las fibras leñosas están cortadas transversalmente a sus ejes longitudinales.

Fig. 4. Muestra una sección horizontal de un lignito inglés. El tejido vegetal es considerablemente roto por la dilatación irregular de los espacios circulares o discos del tejido leñoso propio de las coníferas, algunas de cuyas cavidades han sido llenadas con la sustancia amarillo-rojiza. La deposición de la materia carbonosa ha comenzado también, pudiendo observarse que las citadas cavidades están llenándose, así como generalmente también los huecos entre las cavidades y las paredes de las células y las fibras.

Fig. 5. Es una sección transversal del lignito inglés. Obsérvase irregular dilatación de los espacios circulares debido a la materia ambarina. Homologación del tejido vegetal con el depósito de carbón y materia amarilla.

Fig. 6. Muestra una sección de un carbón *cannel* de Torbane Hill, con un tejido preservado o no convertido en carbón, de la clase escaleriforme.

Fig. 7. Esta figura muestra una sección de un carbón *cannel* de New Battle, observándose una banda de estructura vegetal preservada, cruzando el centro de la sección: las partes superior e inferior de esta banda se han convertido en una masa homogénea de color café oscuro, en la cual no se notan vestigios estructurales, y hacia las partes más altas y bajas de la sección pasan gradualmente por la estructura característica de los carbones gaseosos o *cannels*.

Fig. 8. Muéstrase una sección de carbón *cannel* de la vecindad de Londres. El estado de transición en el proceso histológico del tejido vegetal, es claramente observable: y la materia vegetal preservada se ve pasar por insensible graduación a la estructura de los carbones *cannels*.

Los carbones propios para generar gas, los carbones cannels y todas las variedades de lignitos, son más o menos transparentes, y de ahí que microscópicamente existen dos variedades de substancia carbón, es decir, *opaca* y *parcialmente transparente*.

Una sección microscópica transparente de carbón mineral se ve compuesta de tres materiales completamente distintos, difiriendo en apariencia y propiedades, como sigue:

1. Una substancia opaca y negra.
2. Una substancia amarilla y rojiza.
3. Una materia terrosa, que algunas veces es más o menos coloreada.

La proporción relativa en la cual esas substancias se hallan asociadas, origina los varios productos derivados de ellas. Esto es obvio cuando la apariencia microscópica contrasta con la composición química, y muy especialmente con los productos líquidos y gaseosos de sus destilaciones, de lo que muy particularmente depende lo amarillento o rojizo de las substancias.

La substancia negra corresponde tanto en la apariencia microscópica como en su reacción, con el carbono, tal como existe en la forma granular o amorfa en varios minerales de la naturaleza. Es insoluble en los ácidos sulfúrico e hidroc্লórico, en el ácido nítrico diluido, en la potasa y amoníaco cáusticos; el cloro no ejerce ninguna acción sobre el color.

La materia terrosa es más o menos soluble en el agua, a la cual algunas veces le comunica un color, principalmente café.

La naturaleza de la segunda substancia no es fácilmente determinable. Sus colores varían del amarillo pálido al rojo brillante o al ambarino de aspecto resinoso. Es volatilizada por el calor e insoluble en el petróleo, nafta, alquitrán, ácidos hidroc্লórico y nítrico. Libre dicha substancia, contiene bitumen; colorea a la nafta.

De una manera general, puede establecerse que la materia negra forma el principal y casi exclusivo constituyente de los carbones domésticos y las antracitas, en tanto que la materia amarillenta, al contrario, entra abundantemente en la estructura de los carbones propios para la gasificación. Es también valiosa la observación de que

la negrura externa de la hulla, nada tiene que ver con la presencia o ausencia de la materia amarillenta. Todas las variedades de carbones pueden, pues, clasificarse como sigue:

I. Carbones cuyas secciones son en su mayor parte opacas, abundando en materia negra de la clase más pura, incluyendo los carbones domésticos de flama larga, coquizables y antracitas.

II. Carbones más o menos transparentes, comprendiendo:

1. Carbones propios para gas, con un lustre claro y brillante; quebradizos y cristalinos.

2. Cannels.

3. Carbones con intercalaciones de materia negra opaca y terrosa, así como de fractura astillosa.

III. Lignitos.

Posiblemente no hay otro hecho más contundente de acuerdo con las recientes investigaciones, que la imposibilidad de confundir especímenes de carbones clasificados como queda expuesto. En efecto, los carbones domésticos son tan negros y opacos que es difícil confundir sus estructuras con cualesquiera otros.

Con respecto a las cenizas de la substancia carbonosa, según respetables autoridades, es muy difícil observar restos de estructuras vegetales en ellas, aunque cuidadosamente se hayan seleccionado las muestras descarbonizadas por el ácido nítrico y el calor.

Los tejidos microscópicos que se encuentran preservados en la substancia carbonosa, consisten en porciones de tejidos vasculares, como fibras leñosas o tejidos escaleriformes, con tejidos celulares de varias clases —porciones de órganos de reproducción—, tales como semillas de plantas microscópicas, como los esporos o diminutas semillas de helechos.

*Constitución del carbón mineral.*—Lo expresado por E. C. Evans, Bone y Thiessen, puede ser condensado en lo siguiente:

William A. Bone, en su *Química del Carbón*, dice:

*Substancia del carbón.*—“Químicamente hablando el carbón mineral es una substancia sumamente compleja, y la investigación

Fig. 1.

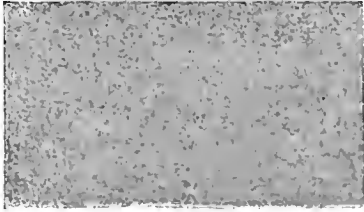


Fig. 2.

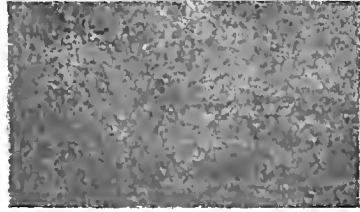


Fig. 3.

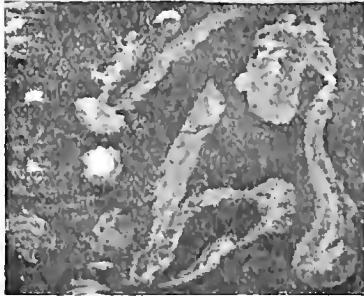


Fig. 4.



Fig. 5.

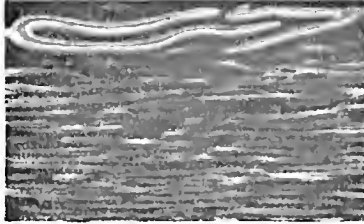


Fig. 6.



Fig. 7.

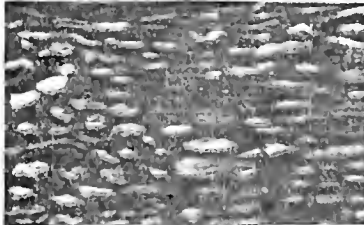


Fig. 8.

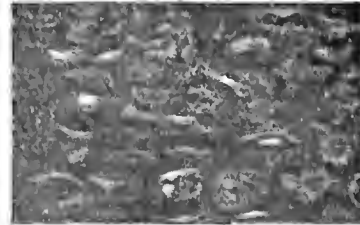
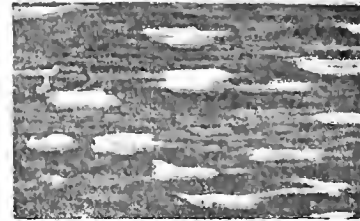


Fig. 9.



Fig. 10.



## LÁMINA XVI

Fig. 1. Muestra la estructura amorfa u homogénea de los carbones gaseosos (gas-coal) de Nueva Escocia.

Fig. 2. Esta figura muestra también la estructura amorfa u homogénea de los carbones gaseosos de Pelton, Inglaterra.

Fig. 3. Es una sección horizontal de un carbón cannel de New Castle, compuesto de masas irregulares de materia amarilla en medio de materia opaca semejante a carbón.

Fig. 4. Es una sección longitudinal de un carbón astilloso de Glasgow, presentando en algunos lugares una apariencia minuta estratificada en la cual existen espacios de forma muy irregular, llenos con materia amarillo-rojiza.

Fig. 5. Muéstrase un carbón azabache de Durham, Inglaterra. Es apenas estratificado, pero teniendo espacios alargados e irregulares de una forma de repliegues, en gran abundancia y llenos con materia amarillo-rojiza.

Fig. 6. Sección de un carbón cannel de Wigan, Inglaterra, tomado del piso del manto carbonífero. La apariencia fué similar en cualquiera dirección que fué cortada la muestra. Obsérvese la consistencia semejante a esporos.

Fig. 7. Muéstrase una vista lateral por entre los planos de estratificación. Las secciones normales a dichos planos fueron similares.

Fig. 8. Un carbón cannel de Wigan tomado del centro del manto carbonífero, viendo hacia abajo de las caras de los planos de estratificación.

Fig. 9. Vista lateral de una sección por los bordes de los planos de estratificación de la parte media del manto.

Fig. 10. Carbón cannel de Wigan, de la parte superior del manto viendo hacia lo bajo de las caras de los planos de estratificación.

de su composición y constitución real, se persigue con extraordinarias dificultades. Hace años, antes de que yo efectuara trabajos de investigaciones sobre la constitución de la substancia del carbón mineral, estimé que solamente sabía muy poco sobre la materia; lo único que había inquirido y averiguado experimentalmente en algunos años, era haberme convencido de mi desesperada ignorancia en estos asuntos, y de lo inadecuado de la mayor parte de nuestras concepciones sobre el asunto. Mientras más he adelantado, creo saber menos al respecto, pues aunque he acumulado muchísimos hechos bien definidos, no encajan en las teorías comúnmente aceptadas.

“Actualmente puede decirse muy poco más que ‘la substancia del carbón mineral’ (v. gr. la parte *orgánica* excluyendo toda la materia mineral extraña) es esencialmente una mezcla de proporciones variables de los productos de degradación o transformación de liñocelulosas, proteidos y materias resinosas, comprendiendo el *desecho* vegetal de la cual se origina. Los principales problemas que se le presentan al químico son: a) inventar los medios de distinguir la substancia dicha entre esos diversos productos; b) encontrar cuánto tiempo hace que fueron cambiados en el largo período de transformación; c) determinar cómo cada uno de ellos es capaz de afectar las propiedades y usos del carbón citado, especialmente cómo se comportó cada uno después que el mencionado carbón se sujetó a la destilación destructiva. Nuestro conocimiento químico del carbón puede considerarse deficiente hasta que no se esté capacitado, no solamente para dar un análisis racional de algún carbón particular, sino también predecir la influencia de cada tipo de constituyente del carbón citado, a todas las temperaturas, y sobre el rendimiento de los productos que se obtienen cuando es destilado a cualquier temperatura.”

*La coquización no es causada por las resinas.*—“Los constituyentes ‘resinosos’ de los carbones bituminosos, aunque importantes, probablemente no determinan, excepto en cierto grado, sus propiedades y la manera de conducirse en la destilación. En un tiempo se pensaba generalmente que las propiedades de coquización de los carbones, eran determinadas principalmente por los cuerpos resinosos; pero los recientes experimentos en mi laboratorio, han puesto

eso en tela de duda, si es que no se ha desechado completamente tal idea. Precisamente cómo y cuándo se llegó a lo primero, lo ignoro, aunque se basa en muchos experimentos de dudosa validez y aislados o falsos razonamientos. Estoy inclinado a creer que los constituyentes resinosos de los carbones bituminosos juegan cierto papel en determinar las propiedades de coquización, y espero en breve publicar experimentos conclusivos evidentes, en apoyo de lo expuesto. En virtud de que apenas se está comenzando a comprender el asunto, los hechos dogmáticos están fuera de la literatura científica. Durante el curso de nuestras investigaciones, ha sido inventado y puesto en práctica un método de aislar y separar los constituyentes resinosos en una sola condición, encontrándonos pues, ahora, cons- treñidos a duras pruebas de investigación.

“Los constituyentes nitrogenados de la substancia carbonosa, que se emplean para necesidades amoniacaes, son probablemente la transformación de los productos de los proteidos de los *desechos* vegetales. Todavía los químicos no están en aptitud de seguir métodos para separar dichos constituyentes de los celulósicos, conociendo, por otra parte, bien poco acerca de sus constituciones o sus modos de descomposición. Todo eso es, pues, propiamente hablando, una región inexplorada.”

*Estructura física del carbón mineral.*—White y Thiessen han tratado el origen y constitución del carbón mineral en 1914, en el Boletín número 38 de la U. S. Bureau of Mines, de lo cual lo siguiente es un extracto:

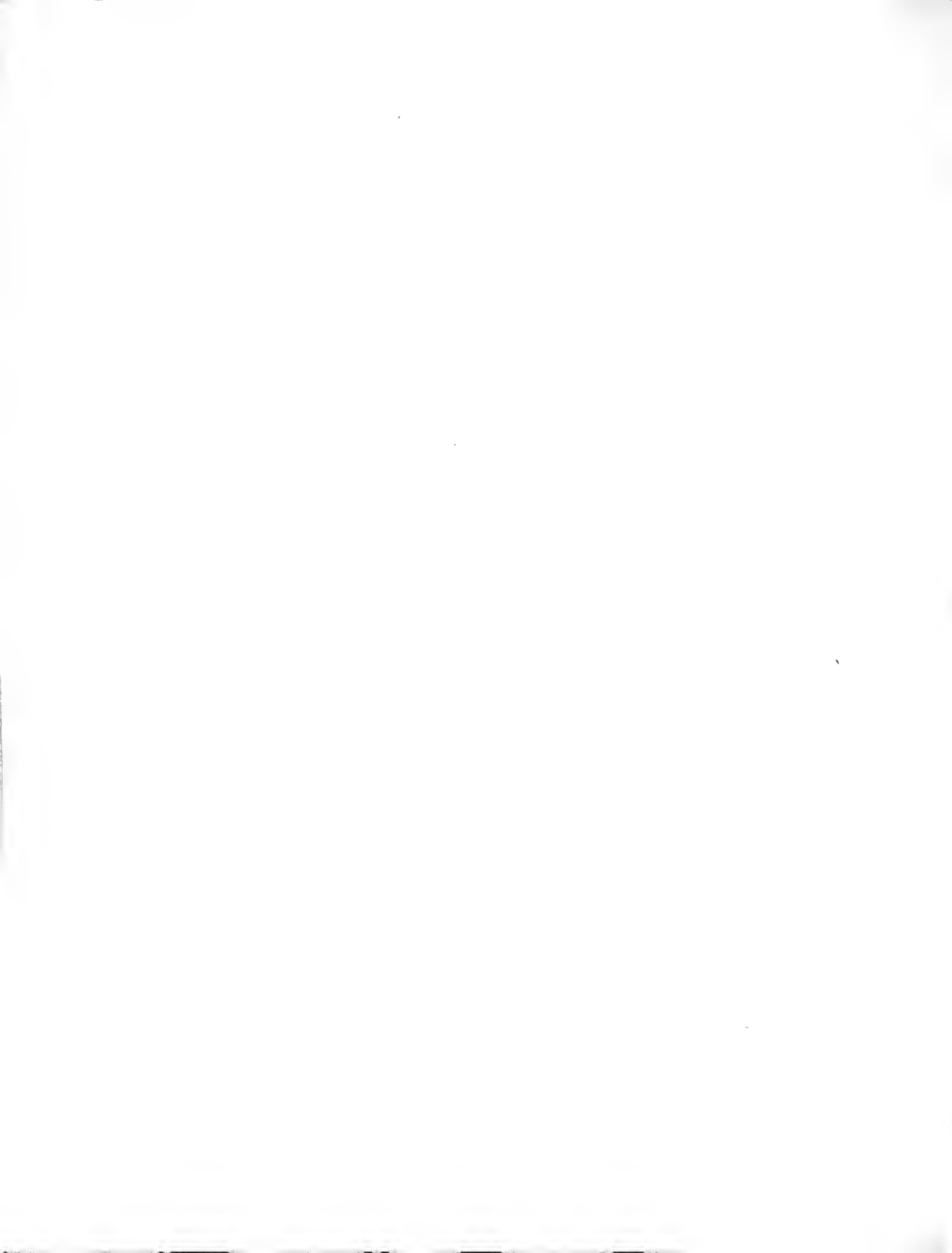
“Los constituyentes más conspicuos del carbón mineral, son las estratas alternadas de carbón brillante, conocidas como ‘antraxilón’ y de carbón opaco. El último, bajo el microscopio, se ve que está compuesto de estrías alternadas de constituyentes negros y ligeramente coloreados, llamados carbón negro ‘antraxilón’ (significando madera carbonosa), y las partes ligeras y opacas, ‘astritus’. Los carbones brillantes son mucho más coquizables que los opacos tomados del mismo manto.

“El ‘antraxilón’ fué formado, principalmente, de los restos de los tallos, raíces, hojas y cortezas de las plantas que crecieron en las antiguas turberas, en tanto que la ‘astritus’ contiene varios desechos de plantas, a menudo material cuticular y esporo-axíneas, o sean



fuertes carapachos o estuches de esporos que han resistido la desintegración, aunque en algunos carbones han sido aplastadas por la presión. Los esporos a menudo contienen aceites vegetales, los que se han mineralizado, formando parte de la materia resinosa del carbón.

"El carbón mineral contiene también grietas llenas con cuarzo depositado por el agua, la cual se ha infiltrado por las rocas; la mayor parte de la pirita es de origen similar, presentándose generalmente en pequeños cristales (muchos de tamaño microscópico), esparcidos entre el carbón brillante. Además de contener cuarzo y pirita, el carbón brillante es mucho más duro que el opaco, el que contiene la mayor parte de la ceniza, pero dado que esta última a menudo no forma sino una pequeña parte del carbón, se le puede separar por medio de cualquier proceso de limpieza."



## CAPITULO XIV

### LOS RESIDUOS Y DERIVADOS DEL CARBON MINERAL

*Sinopsis sobre los residuos y derivados de los carbones minerales.—Destilación destructiva.—Teoría de la formación del alquitrán de hulla.—Breves notas históricas sobre la aplicación del alquitrán de hulla y sus derivados.—Constituyentes de dicho alquitrán.*

Mi vehemente deseo de que al menos vea iniciarse una política patriótica acerca de la conservación de nuestros recursos naturales, pero muy especialmente la de *nuestros bosques*, ha sido el mejor incentivo para incluir el presente capítulo, dedicado aunque sea somera y muy particularmente a la destilación de la hulla, así como a otros procesos para aprovechar dicho combustible, con la finalidad de que se reduzca a su minimum el empleo inmoderado del carbón vegetal y la leña, cuyo uso de manera tan bárbara llamó la atención desde los primeros virreyes, quienes trataron de reglamentar las talas brutales del arbolado, que contribuía a regularizar nuestro clima y el régimen de lluvias, sobre todo en la hermosísima Cuenca de México, hoy tan escueta de vegetación, pues estimo que es torpe y estéril contener esa fobia contra el árbol con festivales escolares, conferencias y propagandas de prensa, sobre todo en un país de una gran mayoría analfabeta.

*Sinopsis de los residuos y derivados de los carbones minerales.*  
—Un siglo después de los descubrimientos de Murdoc, que permi-

tieron que la ciudad de Londres se iluminara con el gas de la hulla, entró en franco progreso industrial la obtención de los derivados de dicho combustible, y con la ayuda de la química moderna, la producción de sus residuos ha aumentado considerablemente.

Por otra parte, la recuperación de los citados residuos y derivados es un factor muy importante para la conservación de nuestros recursos naturales, no solamente de nuestros bosques, sino también de nuestros carbones minerales, pero sobre todo, para desarrollar nuestra incipiente industria nacional.

Los principales residuos que se recuperan de la hulla hasta la fecha, tanto en los Estados Unidos como en México, son unos cuantos: *alquitrán, naftalina, cianógeno, amoníaco*, y en el caso de las plantas productoras de coque y gas, también el *benzol*, siendo este producto uno de los más valiosos constituyentes del *alquitrán*. La *naftalina*, aunque no es un producto propiamente de gran valor pecuniario actualmente, es casi una necesidad quitarlo de los gases que lo contienen.

Los gases producidos durante la carbonización del carbón mineral y la destilación destructiva, son una mezcla de gases fijos, vapores de varias clases y, a veces, también, glóbulos líquidos, los cuales se hallan en suspensión y son arrastrados por los propios gases que, finalmente, asociados a los demás vapores, también arrastran algo de carbón sólido en forma de polvo.

Los principales gases fijos son: *hidrógeno, metano, etano, propano, butano, etileno*, pequeñas cantidades de *butileno, propileno, acetileno, bióxido de carbono, monóxido de carbono, sulfuro de hidrógeno, nitrógeno, oxígeno y amoníaco*; los principales vapores mezclados con los gases son: *benzol, tolul, xilol, bisulfuro de carbón y vapores acuosos*, siendo estos últimos sustancias que se convierten en líquidos a la temperatura ordinaria; en cambio, los vapores de *naftalina, fenoles, etc.*, son sustancias que se solidifican a las temperaturas ordinarias.

El sistema usual para condensar los gases de los carbones minerales comprende todo un proceso de operaciones fuera de lugar en esta obra, y que de una manera sintética consiste de un primer condensador, extractor de *alquitrán*, condensador secundario, lavador de *amoníaco* y de *alquitrán*, siendo éste fraccionado en tres

lavadores, convirtiéndolo en brea, aceites pesados y aceites medios o ligeros; del gas se obtiene cianógeno, combinado con sulfuro de hidrógeno y amoníaco, naftalina y, finalmente, benzol; el proceso completo se lleva a cabo en las plantas más modernas y eficientes del sistema Feld, en lavadores verticales, tal como se muestra en el diagrama respectivo.

El alquitrán recuperado del gas de hulla es el más importante de los residuos, y aunque es bastante empleado en su forma original, sus más importantes aplicaciones tienen lugar en las artes, pues forma la base de la producción de las anilinas, ya que existen unos 900 colores y matices que se obtienen de la destilación del alquitrán en alambiques especiales, en los que después de someterse a determinadas temperaturas se obtienen ciertos aceites ligeros, siendo esos aceites la base de la producción de hermosísimos colores. El ácido carbólico, la naftalina, antraceno y el benzol, se producen de una manera semejante, y cada uno de esos constituyentes, a su vez, produce una larga serie de otros productos. Tratando el antraceno se produce la alizarina, uno de los colorantes más valiosos, la cual forma la base del *índigo*. Infinidad de colorantes azulosos se han producido en estos últimos tiempos, del jugo o savia de la planta *índigo* de la India, de cuya savia, al exponerse a la atmósfera y al oxidarse, se precipita el *índigo*.

El *índigo* de la India todavía tiene gran aplicación en la industria, pero los colores azulosos procedentes del alquitrán de hulla lo están desplazando rápidamente. La alizarina procedente del citado alquitrán, es idéntica en composición química al *índigo*, así como tiene las propiedades colorantes de la *rubia* (planta cuya raíz sirve para teñir de rojo), todo lo cual hace que el citado producto tenga un alto valor comercial.

Añadiendo a la alizarina mordientes de los tintoreros, o sean sustancias que sirven para fijar los colores, como los de alúmina, resultan los colores rojos, y añadiendo los de fierro, se producen los tintes oscuros, y añadiendo los de cromo, resultan los colores violeta.

En fin, los químicos desdoblan la quinolina y producen la quinina, siendo el primer producto derivado del alquitrán de hulla; pero hasta la fecha, no obstante que la quinolina se tiene como el

esqueleto de la quinina, solamente en Alemania se obtiene la quinina de la quinolina.

*Destilación destructiva.*—El proceso de la destilación destructiva de las sustancias orgánicas (esto es, el calentamiento de ellas hasta un punto de descomposición sin acceso del aire), es efectuado por varios procesos industriales. El principal objetivo es obtener productos secos, desarrollar gases y condensar los destilados. Estos últimos casi siempre se separan en dos capas distintas, una de las cuales contiene agua preexistente en la sustancia original, o que se forma durante la destilación destructiva; la otra capa está constituida por productos condensados insolubles en el agua, en forma de un aceite viscoso de color oscuro, en algunos casos más ligero, en otros más pesado que el destilado acuoso, y generalmente conocido con el nombre de *alquitrán*.

Según los materiales originales, los productos de la destilación difieren también, aunque la diferencia es mucho más grande en los destilados condensados que en los residuos sólidos o gases permanentes. El *residuo sólido* (carbón vegetal, semicoque o coque), se consideraba primeramente como formado esencialmente de carbón y cenizas, pero en realidad es una mezcla de compuestos conteniendo mucho carbón con poco hidrógeno, oxígeno, y algunas veces nitrógeno, y tal vez un poco de carbón libre. Las diferentes cualidades del carbón vegetal, semicoque, carbón de huesos, coque, etc., son principalmente causadas por cantidades variables de materia mineral íntimamente mezclada con el "carbón", como residuo de la materia orgánica, y variando de acuerdo con la sustancia original. Debido a lo anterior, el proceso de la destilación destructiva, industrialmente se lleva a cabo a muy diferentes temperaturas, por lo cual es modificada la composición del residuo, tanto física como químicamente. Es también muy posible que las moléculas del carbón mineral, del carbón vegetal, coque, etc., no consistan del mismo número de átomos.

Lo mismo puede decirse de los *gases permanentes* formados en la destilación destructiva, parte de los cuales permanecen disueltos en los productos de condensación.

Por otra parte, los *destilados acuosos* difieren mucho de acuerdo con la naturaleza de la materia prima. En el caso de la madera,

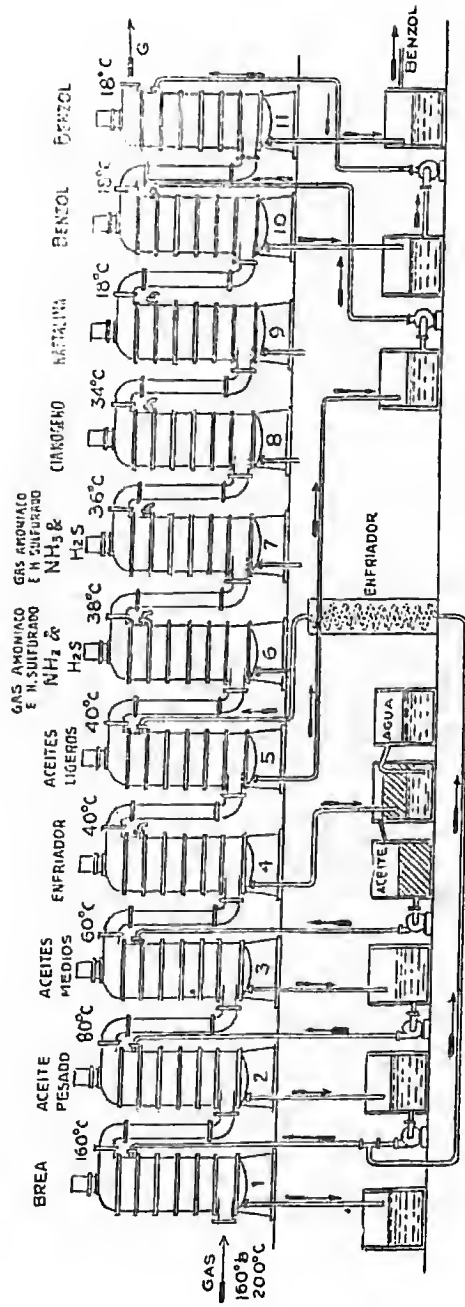


LÁMINA XVII. Diagrama de la destilación de la hulla (sistema Feld)





que contiene muy poco nitrógeno, los productos son de naturaleza ácida, siendo el ácido acético el más importante, siguiéndole el alcohol metílico y la acetona. Los productos que se originan de las sustancias vegetales, se conducen en este respecto similarmente como la madera si han sido formados en el presente o reciente período geológico — por ejemplo, la turba y el lignito. La verdadera hulla, por otra parte, que contiene siempre cierta cantidad de nitrógeno, invariablemente produce un destilado acuoso cuya reacción es fuertemente alcalina, debido a la presencia de amoníaco y algo de bases orgánicas volátiles. La mayor parte del amoníaco y de las sales amoniacaes, proceden de ese origen.

Una diferencia similar existe en los destilados aceitosos, o sean los *alquitranes*.

De acuerdo con el origen de los alquitranes, existen grandes diferencias entre ellos tanto física como químicamente, pudiéndose decir, generalmente, que los alquitranes de la turba, lignito y pizarras bituminosas, consisten *principalmente* de hidrocarburos de las series "*grasas*", como alquitrán de madera compuesto de fenoles y sus derivados, y alquitrán de hulla, y por otra parte, compuestos principalmente formados de hidrocarburos "*aromáticos*". Además, con los principales constituyentes existe siempre un gran número de otros compuestos: las materias son posteriormente complicadas por el hecho de que por medio del calor, los compuestos individuales son transformados parcialmente en otros compuestos de las mismas series. Debido a esto, un alquitrán obtenido del mismo material, difiere mucho en su composición de acuerdo con la temperatura de la destilación seca, y aun de acuerdo con las formas de las retortas, las que permiten que los vapores permanezcan por más o menos tiempo en contacto con las paredes respectivas. Esto explica por qué los alquitranes son mezclas completamente complejas.

Los alquitranes de lignito, turba, pizarras bituminosas, del petróleo, de la ozokerita y otros productos de la naturaleza, son manufacturados como productos principales formando la base de las industrias de aceites minerales y parafinas en la Europa occidental. Al contrario, el alquitrán de la hulla no es manufacturado como un producto principal, es solamente un derivado o subpro-

ducto accidental e inevitable en la destilación destructiva de la hulla, al producir gas para el alumbrado o para producir coque, así como para obtener los licores amoniacaes. Es imperativo condensar estas dos sustancias a fin de purificar el gas.

Sin embargo, desde hace 50 años el alquitrán de hulla y los licores amoniacaes son la base de industrias químicas de enorme extensión, convirtiéndose en factores que han contribuído grandemente al desarrollo de las industrias del gas; y puédesse augurar que esas dos sustancias serán los principales productos de la destilación de la hulla.

*Teoría de la formación del alquitrán de hulla.*—Para tratar sobre este tópicó se debería estar familiarizado con la estructura química de la hulla, de por sí bastante oscura, máxime que se requeriría bastante espacio. Sin embargo, puede decirse que, según Kekulé, dicho alquitrán se deriva del ácido benzol hexacarbónico, esto es, ácido metílico, el cual está formado por la oxidación del carbón amorfo y del grafito; de ahí que considere como "aromáticas" a las sustancias tales como el benzeno y sus derivados. La molécula de carbón, restringiéndose a su naturaleza infusible y no volátil, deberá consistir de un considerable número de átomos, y la formación de ácido metílico por la oxidación del carbón nos conduce a presumir que la molécula del carbón está constituída por 12 átomos.

Según las investigaciones de prominentes químicos como Berthelot, Priestley, etc., los cuerpos más orgánicos, así como los de las series grasas, proveen compuestos aromáticos (benzeno y sus homólogos, naftalina, antraceno, etc.) cuando se exponen a un gran calor, especialmente cuando se ponen en contacto con un tubo al calor rojo o blanco. Sin embargo, esos mismos productos aromáticos son descompuestos por altos grados de calor, y posteriormente dan hidrógeno libre, junto con carbón libre, y son compuestos ricos en carbón que hasta ahora no ha sido posible distinguirlos. Las diferentes etapas de este proceso son extremadamente complicadas.

*Breves notas históricas sobre la aplicación del alquitrán del carbón mineral.*—Antes de la última parte del siglo XVII no se

tenía noticia sobre la obtención del alquitrán durante el calentamiento de la hulla, una sustancia de comparativamente pequeña importancia en aquella época. Uno de los primeros iniciadores de la industria del alquitrán de hulla fué el químico germano Johann Joachim. Becher condensa sus observaciones en las siguientes palabras:

“En Holanda existe turba y lignito; ninguno de estos materiales es bueno para quemarse en las casas, ni para usarse en las fundiciones. Sin embargo, he encontrado una manera de quemar ambos productos sin producir humo ni mal olor, como un buen coque, pero que produce una flama larga para fundir como con carbón vegetal, de tal manera que un pie cúbico de tal combustible haga flamas de 10 pies de largo. Que igualmente, como en Suecia, han hecho alquitrán de la madera, yo he hecho aquí en Inglaterra, del lignito, una especie de alquitrán que es igual al sueco, y para algunas operaciones es superior; y el carbón del que extraigo el alquitrán, es mejor que antes.”

Más tarde, en Clayton, en 1737-38, se observó la naturaleza de los productos obtenidos por la destilación destructiva; además, se encontró con que el coque y el alquitrán generaban gases combustibles al mismo tiempo.

A mediados del siglo XVIII el uso de la hulla se generalizó, y muy especialmente la manufactura del coque para las fundiciones en lugar del carbón vegetal. El metalurgista galo De Gensanne describe, antes de 1768, una mufla-horno para fabricar coque y recuperar el alquitrán.

Goethe describe que en 1771, un estudiante de la Universidad de Estrasburgo descubrió un proceso para coquizar, produciendo “aceite”, bitumen, negro de humo, y también elaboró sal de amoníaco.

Una de las patentes del infatigable inventor Earl, de Dundonald (número 1291, de abril de 1781), describe la invención para coquizar el carbón mineral en un escrito intitulado “Método para extraer o hacer alquitrán, brea, esencias, álcalis, ácidos minerales, sales y cenizas del lignito”.

En todo caso, la manufactura del alquitrán de hulla no fué llevada a cabo en grande escala sino hasta fines del pasado siglo.

La primera plantita de gas fué instalada en 1798, y las primeras plantas para generar gas fueron erigidas en Londres en 1813, en París en 1815 y en Berlín en 1826.

En Alemania, el primer empleo extensivo del alquitrán fué aplicado a los techos de las casas (lo cual había sido hecho ya en Suiza, aunque proviniendo de la destilación de la madera), para lo cual se le quitaba el agua y los constituyentes volátiles.

En Inglaterra, en 1838, se empleó por primera vez el alquitrán de hulla para impregnar durmientes; y en ese mismo año se comenzó a destilarlo en grande escala; los aceites ligeros también se comenzaron a emplear como combustible.

En 1845, A. W. Hofmann observó la presencia del benzeno en el alquitrán de hulla, y de acuerdo con la patente respectiva, en 1847 se preparó dicha sustancia en grande escala utilizando los aceites de más bajo punto de ebullición en la iluminación. La preparación del benzeno fué seguida por la del nitrobenzeno, empleado en esa época solamente como sustituto de la esencia de almendras amargas, o "Esencia de Mirbano". Más tarde, en 1856, se obtuvieron las anilinas y el benzol de la destilación del alquitrán citado. Y finalmente, en esos años, Graebe y Liebermann descubrieron la alizarina artificial, alcanzando con eso un alto valor el antraceno.

Después de 1856, como Inglaterra producía bastante alquitrán de hulla y habiendo descubierto Faraday el benzeno, que preparó industrialmente Mansfield, y habiendo obtenido Perkin las anilinas, el comercio de los colorantes adquirió relativo auge. Lo mismo aconteció en ese tiempo en Francia. Por otra parte, en Alemania y en Suiza, las referidas industrias se desarrollaban en grande escala.

*Constituyentes del alquitrán de hulla.*—Puesto que el alquitrán de hulla siempre contiene una considerable cantidad de licor amoniacal mezclado con él, se debe esperar encontrar todos los constituyentes de dicho licor en el alquitrán.

Lo que sigue es una enumeración de los compuestos que se encuentran en el alquitrán de hulla, o que razonablemente se presume existen en él, suprimiendo sus fórmulas respectivas, así como sus demás datos descriptivos, que se pueden consultar en obras de química:

## A. HIDROCARBUROS

### I. *Series del Metano, C<sub>n</sub> H<sub>2n+2</sub>*

Metano  
Etano  
Propano  
Butano (normal)  
Pentano (normal)  
Isopentano  
Hexano (normal)  
Heptano (normal)  
Etilisoamil  
Octano, I  
Octano, II  
Nonano, I  
Nonano, II  
Decano, I  
Decano, II  
Undecano  
Duodecano  
Tredecano  
Cuatrodecano  
Quindecano  
Sedecano  
Parafinas sólidas

### II. *Series del Etileno, C<sub>n</sub> H<sub>2n</sub>*

Etileno  
Propileno  
Butileno (normal)  
Pseudobutileno  
Isobutileno  
Amileno  
Hexileno  
Heptileno

III. *Series del Benceno, C<sub>n</sub> H<sub>2n</sub> (Naftenos)*

Hexahidrobenceno  
Hexahidrotolueno  
Hexahidroisoxileno

IV. *Series del Acetileno, C<sub>n</sub> H<sub>2n-2</sub>*

Acetileno  
Alileno  
Crotonileno  
Valileno (?)  
Hexoileno  
Altos miembros

V. *Series del Benceno, C<sub>n</sub> H<sub>2n-2</sub> (Naftilenos)*

Tetrahidrobenceno  
Tetrahidrotolueno  
Tetrahidroxileno

VI. *Series C<sub>2n-4</sub>*

Ciclopentadieno  
Nonano

VII. *Productos aromáticos, C<sub>n</sub> H<sub>2n-4</sub> (Terpenos)*

Dihidrobenceno  
Dihidrotolueno  
Dihidroxileno  
Hihidrocumeno

VIII. *Series del Benceno, C<sub>n</sub> H<sub>2n-6</sub>*

Benceno  
Tolueno  
Xileno

Ortoxileno  
Metaxileno  
Paraxileno  
Pseudocumeno  
Mesitylino  
Hemelitól  
Dureno  
Otros tetrametilbencenos

IX. *Naftenos*

X. *Stiroleno* (?)  $C_n H_{2n-8}$

Hídrido de Stiroleno (?)

XI. *Indeno*,  $C_n H_{2n-10}$

Metilindeno  
Dimetilindeno  
Hidrindeno

XI. A. *Diciclopentadieno*

XII. *Naftaleno*,  $C_n H_{2n-12}$

Naftaleno dihidrido  
Naftaleno tetrahidrido  
 $\alpha$  *Metilnaftaleno*  
 $\beta$  *Metilnaftaleno*  
Dimetilnaftaleno

XIII. *Acenafteno*,  $C_n H_{2n-14}$

Acenafteno hídrido  
Difenil

XIV. *Fluoreno*,  $C_n H_{2n-16}$

XV. *Antraceno*,  $C_n H_{2n-18}$

Antraceno dihidrido  
Antraceno hexahidrido  
Antraceno perhidrido  
Metilantraceno  
Insometilantraceno  
Dimetilantraceno (?)  
Fenantreno  
Fenantreno tetrahidrido  
Fenantreno octohidrido  
Fenantreno perhidrido  
Pseudofenantreno (?)  
Sinantreno (?)  
Fluorantreno  
Pireno  
Criseno  
Criseno hidrido  
Criseno perihidrido  
Crisógeno  
Reteno  
Reteno dodecahidrido  
Succistereno (?)  
Piceno  
Piceno eicosihidrido  
Piceno perihidrido  
Benceritreno  
Crakeno  
Bitumeno  
Truxeno

B. COMPUESTOS OXIGENADOS

Agua  
Alcohol metílico  
Alcohol etílico  
Acetona  
Ketona etilmetil (?)



## Acidos y Fenoles

Acido acético  
Acido benzoico  
Fenol (Acido carbólico)  
Ortocresol  
Paracresol  
Metacresol  
Xilenos: Orto 1, 2, 4  
          Meta 1, 2, 3  
          Meta 1, 3, 4  
          Para 1, 3, 4  
 $\alpha$  Naftol  
 $\beta$  Naftol  
Fenoles de las series del antraceno (?)  
 $\alpha$  Pirocresol  
 $\beta$  Pirocresol  
 $\gamma$  Pirocresol  
Acido rosólico (?)  
Acido brunólico (?)  
Cumarona  
*p*-Metil-cumarona  
*m*-Metil-cumarona  
*o*-Metil-cumarona  
*o. p*-Dimetil-cumarona  
*m. p*-Dimetil-cumarona  
*o. m*-Dimetil-cumarona  
Oxido difenileno

## C. COMPUESTOS SULFURADOS

Sulfuro de hidrógeno  
Sulfuro de amoníaco  
Sulfocianuro de amoníaco  
Dióxido de azufre  
Bisulfuro de carbono  
Oxisulfuro de carbono  
Mercaptanos

Aliol (?)  
Tiofeno  
 $\alpha$  Tiotolueno  
 $\beta$  Tiotolueno  
 $\alpha$ - $\alpha$  Tioxeno  
 $\alpha$ - $\beta$  Tioxeno  
 $\alpha$ - $\beta^1$  Tioxeno  
 $\beta$ - $\beta$  Tioxeno  
 $\alpha$ - $\beta$ - $\beta$  Trimetiltiofeno  
Tetrametiltiofeno  
Biofeno  
 $\alpha^1$ - $\alpha$  Ditiénil  
 $\beta^1$ - $\beta$  Ditiénil  
Tritiénil  
Tionafteno  
Tiofteno  
Sulfuro de difenileno

#### D. COMPUESTOS CLORINADOS

Cloruro de amoníaco

#### E. COMPUESTOS NITROGENADOS

##### I. Básicos

Amoníaco  
(Compuestos amoniacaes  
mencionados C, D, & E, (II))  
Metilamina, Etilamina, etc.  
Cespitina (?)  
Toluidinas  
Anilina  
Piridina  
 $\alpha$  Picolina  
 $\beta$  Picolina  
 $\gamma$  Picolina  
 $\alpha\alpha$  Lutidina

$\alpha\beta$  Lutidina  
 $\alpha\gamma$  Lutidina  
 $\alpha\beta_1$  Lutidina  
 $\beta\gamma$  Lutidina  
 $\beta\beta_1$  Lutidina  
 $\gamma$  Etilpiridina  
 $\alpha\gamma\alpha^1$  Colidina  
 $\alpha^1\beta\gamma$  Colidina  
Parvolina (?)  
 $\alpha\beta\gamma\beta^1$  Tetrametilpiridina  
Coridina (?)  
Rubidina (?)  
Viridina (?)  
Leucolina (Chinolina)  
Isoquinolina  
Chinaldina ( $\alpha$  Metilquinolina)  
Iridolina ( $\gamma$  Metilepidina)  
Criptidina (dimetilquinolina)  
Tetracolina-Octacolina (?)  
Acridina  
2-Metilacridina  
4-Metilacridina  
2-4-Dimetilacridina  
Hidroacridina

## II. *No básicos*

Pirrol  
Cianuro de amoníaco  
Cianuro metílico (Acetonitrilo)  
Benzonitrilo  
Isocianuro metílico  
Carbazol  
Fenil- $\alpha$  naftil-carbazol  
Fenil- $\beta$  naftil-carbazol

## F. CARBON LIBRE



## CAPITULO XV

### DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE LOS CARBONES MINERALES EN MEXICO

#### BAJA CALIFORNIA

*Grafito.*—Distrito Sur: Municipio de Comondú, pueblo San Javier, Municipio y Mineral de San Antonio, mina "El Triunfo" (en rocas graníticas).

#### COAHUILA

*Grafito.*—Ex Distrito de Monclova: Municipio y Villa de Cuatro Ciénegas.

*Carbón bituminoso.*—Ex Distrito del Centro: Municipio General Zepeda, Arroyo de San Damián.

Ex Distrito de Monclova: Municipio de Múzquiz, Minerales El Cedral, Las Esperanzas, El Menor y Palau. Municipio de Sabinas, Minerales de San Felipe, El Hondo, Agujita, Rosita, Nueva Rosita y Cloete, Municipio de Monclova, Minerales de Lampacitos y Barroterán.

Ex Distrito de Río Grande: Municipios de Piedras Negras y Fuente. Municipio de Nava, Mineral de Río Escondido.

*Lignito.*—Ex Distrito de Río Grande: Municipio y Villa Hidalgo, margen derecha del Río Bravo.

*Turba*.—Ex Distrito de Parras: a 2 km. de la ciudad de Parras de la Fuente.

#### COLIMA

*Lignito*.—Ex Distrito de Medellín: Municipio de Tecomán, en el Río Almería, en el paso del río para la Hacienda de Periquillo.

#### CHIAPAS

*Carbón bituminoso*.—Ex Departamento de Palenque: Municipio y Villa Palenque.

*Lignito*.—Ex Departamento Libertad: Pueblo San Bartolomé.

#### CHIHUAHUA

*Lignito*.—Ex Distritos de Andrés del Río, de Bravos e Iturbide. Ex Distrito de Mina, Municipio San Juan Nepomuceno. Ex Distrito de Rayón, Rancho de Barranca del Limón.

#### DISTRITO FEDERAL

*Turba*.—En los extintos lagos de Xochimilco y Chalco.

#### DURANGO

*Antracita*.—Ex Partidos de Cuencamé: Municipio de Pedriceña, Rancho Fernández.

*Carbón bituminoso*.—Ex Partido de Nazas: Municipio del mismo nombre. Ex Partido de San Juan del Río: Municipio de Ocampo.

#### GUERRERO

*Grafito*.—Ex Distrito de Allende: Municipio de Copala, pueblo de Jalapa. Ex Distrito de Guerrero: Municipio de Quechultenango. Ex Distrito de Tabares: Municipio de Coyuca de Benítez, cerca del pueblo de Tixtlancingo. (En rocas graníticas.)

*Carbón bituminoso*.—Ex Distrito de Bravos: Municipios de Zumpango y Chilpancingo. Ex Distrito de Morelos: cerca de la

Villa Tlapa. Ex Distrito de Zaragoza: Huamuxtitlán, Arroyo de Cuatiapa.

*Lignito*.—Ex Distrito de Alvarez: Valle de Chilapa. Ex Distrito de Bravos: Municipio de Chilpancingo, barranca de Pazuapa: Municipio de Zumpango del Río, Hacienda de la Imagen. Ex Distrito de Zaragoza: Municipio de Huamuxtitlán, Arroyo de Cuatlapa.

#### HIDALGO

*Grafito*.—Ex Distrito de Ixmiquilpan: Municipio de Cardonal, pueblos de Cardonal, Tinté y San Juan. Ex Distrito de Jacala. Ex Distrito de Molango: Municipio de Lolotla, en Huixnopala, a 25 km. de la cabecera. (En rocas granulíticas.) Ex Distrito de Zimapán: Municipio de Bonanza, pueblos de Tlatlaxco y Texcadhó, inmediaciones de la ferrería de Guadalupe, cerca de Santa María Tlatlaxco.

*Carbón bituminoso*.—Ex Distrito de Huejutla: Municipio de Huejutla, entre Yahualica y Huautla. Ex Distrito de Zacualtipán: mina Bonanza.

*Lignito*.—Ex Distrito de Atotonilco el Grande: Hacienda de Tizuapa, Rancho de San Isidro, orillas del Río Amajac. Ex Distrito de Apan: Municipio de Apan, llanos del mismo nombre. Ex Distrito de Metztitlán, barranca de Metztitlán. Ex Distrito de Tula: Rancho de San Miguel. Ex Distrito de Zacualtipán: criadero de la Victoria, Pueblo Tehuichila, minas Galeana y conexas.

*Turba*.—Ex Distrito de Atotonilco el Grande: hacienda cerca de Amajac.

#### JALISCO

*Lignito*.—Ex Cantón de Ahualulco: Rancho Los Guajes, al sur del pueblo de Etzatlán. Ex Cantón de Ameca: pueblo de Tecolotlán. Ex Cantón de Ciudad Guzmán: pueblo de Tecatitlán. Ex Cantón de Sayula: Municipio de Pueblo Nuevo, Arroyo Las Uvas.

*Turba*.—Ex Cantón de Guadalajara: Laguna de Chapala. Ex Cantón de Sayula: Pueblo Nuevo y Sierra del Tigre.

## MEXICO

*Grafito*.—Ex Distrito de Toluca: en fierro meteórico. Ex Distrito de Valle de Bravo: Municipio de Valle de Bravo.

*Carbón bituminoso*.—Ex Distrito de Tenancingo: Municipio de La Salvadora. Municipio de Tenancingo, pueblo de Tecomatlán.

*Lignito*.—Ex Distrito de Tenancingo: Municipio de Chiltepec. Ex Distrito de Zumpango: pueblo de Tequisquiác.

*Turba*.—Ex Distrito y Municipio de Chalco: cuenca del lago del mismo nombre. Ex Distrito de Lerma: nacimiento del Río Lerma.

## MICHOACAN

*Antracita*.—Ex Distrito de Huetamo.

*Carbón bituminoso*.—Ex Distrito de Huetamo: pueblo Corral Viejo.

*Lignito*.—Ex Distrito de Coalcomán. Ex Distrito de Huetamo: ranchos del Carmen y Corral Viejo. Ex Distrito de Jiquilpan: Ranchería de Pumato, Rancho Santa Bárbara, Barranca del Aire, Potrero de los Callejones, Potrero del Platanar. Municipio de Sahuayo. Rancho de La Junta. Ex Distrito de Puruándiro: Cerro de la Cruz. Ex Distrito de Tacámbaro; cerca de Buenavista, Rancho de Buenavista, Loma Larga, Barranca de Santa Rita, Pueblo Nocupétaro, Rancho del Palmar, Barranca del Tigre. Ex Distrito de Zinapécuaro: Rancho de la Comunidad, pueblo de Ucareo, Pueblo Viejo, Barranca de Cuitzillo.

## NAYARIT

*Turba*.—Ex Partido de Tepic: orillas de la ciudad de Tepic, laguna de Tepic.

## NUEVO LEON

*Carbón bituminoso*.—Municipio de Galeana y pueblo del mismo nombre.



*Lignito*.—Municipio y Villa de Colombia. Municipio Doctor Arroyo, Hacienda de Tanquecillos, Mina Doctor Arroyo. Municipio de San Nicolás Hidalgo: arroyo en el Potrero Chico.

#### OAXACA

*Grafito*.—Ex Distrito de Cuicatlán: Municipio de Cuicatlán, Cañón de Tomellín y Chiquihuitlán. Ex Distrito de Ejutla: Municipio de Coatlán, entre San Vicente Coatlán y Huichatengo, Barranca de Lumbres, Municipio de San Juan Coatecas Altas, pueblo del mismo nombre. (En vetillas, en granitos y granulitas.) Ex Distrito de Etlá: San Juan Tuitzucu, pueblo del mismo nombre. Municipio de San Francisco Toliztlahuaca, al sur de la Barranca del Carrizal. Ex Distrito de Nochistlán. Ex Distrito de Ocotlán: Municipio de Buenavista, Hacienda de Buenavista. Ex Distrito de Tlaxiaco: Municipio de Tlaxiaco, Barranca de Agua de Oro. Ex Distrito de Zimatlán, Municipio de San Miguel Mistepec, pueblo del mismo nombre. En el camino entre Santa Cruz Tezontepec y San Miguel Mixtepec, poco antes de llegar a este último pueblo.

*Carbón bituminoso*.— Ex Distrito de Etlá: pueblo de Telixtlahuaca. Ex Distrito de Huajuapán: Municipio de San Juan Diquiyú, Barranca del Consuelo, Barranca del Moral, Barranca de Tlaxisqui, Barranca de Tezcatlán, Ayuquila, Rancho Vicente Gómez, Barranca de San Juan de las Olleras, Rancho de San Francisco Silacoyoapilla. Ex Distrito de Juquila: pueblo Zenzotepec, pueblo de Amoltepec. Ex Distrito de Juxtlahuaca: Mina San Antonio. Ex Distrito de Teposcolula: Municipio de Chilapa. Ex Distrito de Tlaxiaco: Barranca de Tlaxiaco, Santo Tomás Ocotepec, San Andrés Sabinillo, Cavacinixi, al SW., de San Andrés Cabecera Nueva.

*Lignito*.—Ex Distrito de Etlá: San Juan del Estado. Ex Distrito de Juxtlahuaca: Mixtepec. Ex Distrito de Nochistlán. Ex Distrito de Silacayoapan: margen izquierda de Santiago del Río, lugar llamado Minatu. Ex Distrito de Tuxtepec. Ex Distrito de Villa Alta: Municipio de Villa Alta. Ex Distrito de Villa Juárez: Mineral San Antonio.

## PUEBLA

*Grafito*.—Ex Distrito de Tehuacán: al suroeste de la ciudad.

*Antracita*.—Ex Distrito de Alatriste: Municipio de Chignahuapan.

*Carbón bituminoso*.—Ex Distrito de Acatlán: Municipio de Totoltepec, Cañada del Toro, Rancho de Totola, pueblo de Tecomatlán, Municipio de Acatlán. Ex Distrito de Alatriste: Municipio de Chignahuapan, La Barranca, San Francisco Ixtacamastitlán, Río de los Baños. Ex Distrito de Huauchinango: Municipio de Pantepec. Ex Distrito de Matamoros: Municipio de Matamoros, pueblo de Tejaluca, pueblo de Ahuatlán, Barranca de Limontla. Ex Distrito de San Juan de los Llanos: Municipio Libres. Ex Distrito de Tehuacán. Ex Distrito de Tepeji del Río: Peña de Ayuquilla, Municipio de Huehuetlán. Ex Distrito de Teziutlán: Municipio de Hueytemalco, Municipio de Tlatauqui, Municipio de Zaragoza, Huitzizilapan. Ex Distrito de Zacapoaxtla. Ex Distrito de Zacatlán: Mineral de Tlapacoya, Camocuautla.

*Lignito*.—Ex Distrito de Acatlán: pueblo de Tecomatlán. Ex Distrito de Alatriste: pueblo de Ixtacamastitlán. Ex Distrito de Huauchinango: Municipio de Jalpan, Municipio de Pantepec. Ex Distrito de Huejotzingo: San Martín Texmelucan, San José Zacatepec. Ex Distrito de Tenancingo: Municipio de Tenancingo, minas de Honey.

*Turba*.—Ex Distrito de Matamoros: Municipio de San Nicolás Tolentino. Ex Distrito de Tecamachalco: Hacienda de Tezahuapan.

## QUERETARO

*Carbón bituminoso*.—Ex Distrito de Cadereyta: Municipio de Bernal.

## SAN LUIS POTOSI

*Grafito*.—En fierro meteórico en Charcas.

*Carbón bituminoso*.—Ex Partido de Tancanhuitz: Xilitla y Huehuetlán.

*Lignito*.—Ex Partido de San Luis: Minas La Palma y San Damián.

#### SINALOA

*Grafito*.—Ex Distrito de Culiacán.

*Lignito*.—Ex Distrito de Concordia: Mineral de Pánuco.

#### SONORA

*Antracita*.—Ex Distrito de Guaymas: Municipio de El Salto, San Marcial. Ex Distrito de Hermosillo: Minerales La Barranca, Los Bronces, pueblo de San Javier, Rancho San José de Pimas, Minas Cerro Colorado. Ex Distrito de Magdalena: Mina Macías. Ex Distrito de Sahuaripa: Mina La Trinidad.

*Grafito*.—Ex Distrito de Guaymas: Municipio de San Marcial, Minas El Salto, Arroyo, Las Mesteñas y Las Peñitas. Ex Distrito de Hermosillo: Municipio y pueblo de La Barranca, Mina La Colorada, Municipio de San José de Pimas, Mina El Lápiz (variedad amorfa, inferior a la cristalizada), Municipio de Hermosillo, Villa de Corís, Mina El Lápiz, Cerro de la Campana. En las cuencas del Yaquí y del Matapé, hay grafito metamórfico con capas de hulla. Ex Distrito de Ures: Municipio de Onabas, Minas La Barranca y Santa María.

#### TABASCO

*Lignito*.—Municipio de Macuspana.

#### TAMAULIPAS

*Antracita*.—Ex Distrito Norte: Municipio de Guerrero, La Halagadora.

*Carbón bituminoso*.—Ex Distrito Norte: Municipio de Guerrero, Rancho La Zorra, Arroyo del Saladito, La Halagadora. Ex Distrito Sur: Municipio de Rayón, Hacienda de Tancansnequí.

*Lignito*.—Ex Distrito Sur: Municipio de Rayón, Hacienda de Tancansnequí.

## TLAXCALA

*Lignito.*—Ex Distrito de Cuauhtémoc: Municipio de Escandón, Cañada de Apizaco. Ex Distrito de Hidalgo: Cerro La Defensa. Municipio de Panotla, pueblos de San Mateo y San Tadeo, en Barranca Alatlapáhuac. Municipio de Ixtauixtla, Barranca de Huehuetla. Ex Distrito de Ocampo: Municipio de Hueyotlipan, Barranca de Atotonilco.

## VERACRUZ

*Carbón bituminoso.*—Ex Cantón de Coatepec. Ex Cantón de Jalacingo: Barranca de Zomelahuacán. Ex Cantón de Tantoyuca: potrero del Cristo y Tempoal.

*Lignito.*—Ex Cantón de Chicontepec: Municipio de Tehuichila. Ex Cantón de Jalacingo: Barranca de Zomelahuacán. Ex Cantón de Jalapa: Municipio de Tlacolulan, Cerro de la Purísima, Barranca de Xolotla, Barranca de Tatatila. Ex Cantón de Papantla: Municipio de Papantla, Cerro del Espinal. Ex Cantón de Tantoyuca: potrero del Cristo, Tempoal. Ex Cantón de los Tuxtla.

## BIBLIOGRAFIA DEL CARBON MINERAL EN MEXICO

(Tomada de la *Bibliografía Geológica y Minera de la República Mexicana*,  
por Rafael Aguilar y Santillán)

Nº biblio-  
gráfico

- 3 ADAMS, W. H.—"Coals in Mexico, Santa Rosa District." Transactions of the American Institute of Mining Engineers. X, 1881-1882, pp. 270-273.
- 18 AGUILERA, José G.—"Les gisements carbonifères de Coahuila." Guide excurs. Xe. Congr. Geol. Int. México, XXVII, 17 p., un plano, un cuadro y una figura.
- 29 AGUILERA, José G.—Criaderos de fierro. Minas de hulla, etc. 1909, III, 126 páginas y 10 planos. Criaderos de . . . carbón de Saltillo. El Menor, Coah., Colombia, N. L. Compañía Fundidora de Fierro y Acero de Monterrey, S. A. Propiedades Mineras.
- 30 AGUILERA, José G.—"The carboniferous deposits of Northern Coahuila." Eng. Min. Journal, vol. 88, núm. 15, oct. 9 de 1909, pp. 730-733.
- 52 AINSA, I. M., Ingeniero de Minas.—Diputación de Minería de Hermosillo. "Informe a los señores Diputados de Minería, sobre la zona carbonífera." Bol. M. F., X, números 118 y 119. (Feb. 1886). "Inf. y Doc. para la Estadística de la Minería", pp. 27-32.
- 100 ANDA, Manuel M. de.—"El Carbón de Piedra Mexicano. La Mina del Cristo en La Huasteca." El Minero Mexicano, vol. III, núm. 32, p. 375, nov. 18 de 1875.

Nº biblio-  
gráfico

- 108 ANDERSON, Alex. D.—“Los yacimientos de carbón de piedra en México.” Min. Mex., vol. XI, núm. 7, abril 17 de 1884.
- 141 ARRIAGA, José Joaquín, Ing. Topógrafo.—“Explotación de la hulla.” Min. Mex., vol. I, núm. 27.
- 219 BÁRCENA, Mariano.—“Los criaderos de carbón.” Min. Mex., vol. VIII, núm. 1, 3 de marzo de 1881.
- 113 BARTOCINI, Astolfo.—Compañía Fundidora de Fierro y Acero de Monterrey, S. A. Minas de Fierro y Minas de Carbón de Piedra, Colombia y El Menor. 1906. 157 p., láms. y planos.
- 265 BELTRÁN, Joaquín.—“Minas de carbón de Sonora.” El Siglo XIX. Min. Mex., vol. XIX, núms. 17-19. (26 nov., 3 y 10 dic. 1891.)
- 137 BIRKINBINE, J. L. W.—“Exploration of certain Iron-Ore and Coal Deposits in the State of Oaxaca.” Bull. Am. Inst. Min. Eng., Sept. 1910, pp. 671-693, 5 figs. Trans. Am. Inst. of M. E., vol. XLI, pp. 166-188.
- 138 BIRKINBINE, J. L. W.—“Coal and Iron Exploration in Oaxaca.” Eng. Min. Jour., vol. XC, núm. 14, oct. 1, 1910, pp. 668-671, 5 mapas. Geol. Section.
- 477 BUSTAMANTE, Miguel, Ingeniero de Minas.—“Informe sobre los criaderos carboníferos de Las Huastecas.” Anales del Ministerio de Fomento, vol. VII, 1882. pp. 538-547. Min. Mex., vol. X, núms. 42-43. (Dic. de 1883.)
- 712 COPE, E. D. “Report on the Coal Deposits near Zacualtipan in the State of Hidalgo. Mex.” La Naturaleza, segunda serie, tomo I, p. 393, años 1887-1890.
- 741 CROSS, Whitman.—“Igneous Rocks from the Coal and Iron regions of Coahuila and Nuevo Leon, Mexico.” Collected by R. T. Hill. The American Journal of Science. New Haven, Conn., E. U. A. 3 d. s., vol. XLV, 1893, pp. 119-120.
- 760 CUÉLLAR, José T. de.—“El hierro y el carbón.” Min. Mex., vol. VII, 1881, núms. 40-41.
- 816 DÍAZ, Alberto.—Compañía Explotadora de Criaderos Carboníferos en Michoacán de Ocampo. *Informes, documentos interesantes, certificaciones, sentencias, planos*, etc. . . . compilados por . . . México, Imp. “El Liberal”, 1882, 8º, 35 págs.

Nº biblio-  
gráfico

- 863 DUMBLE, E. T. "Natural Coke of Santa Clara Coal Field, Sonora, Mexico." *Trans. Am. I. M. E.*, vol. XXIX, 1899. (California Meeting), pp. 546-549. *The Colliery Guardian and Journal of the Coal and Iron Trades*. London.
- 864 DUMBLE, E. T.—"Triassic Coal and Coke of Sonora, Mexico." *Bulletin of the Geological Society of America*, vol. XV, 1900, pp. 10-14.
- 930 ESCANDÓN, Luis A.—"El Carbón de Piedra en el Estado de Hidalgo." *Min. Mex.*, vol. XXIII, 1893, núm. 15.
- 931 ESCANDÓN, Luis A.—"El Carbón de Piedra en el Estado de Hidalgo. Riquezas Inexploradas." *El Minero de Pachuca*, vol. I, núm. 2. marzo 17 de 1895.
- 405 ESTEVA, Roberto A.—"La propiedad del carbón y el petróleo. Consideraciones sobre el método de interpretación jurídica." *Bol. Secr. Fom.*, 2ª época, vol. VI, núm. 11 (II), junio de 1907, pp. 1024-1055.
- 998 FENOCHIO, Juan.—"El Carbón Mineral." *Min. Mex.*, vol. IX, 1882-1883, núm. 13.
- 999 FENOCHIO, Juan.—"El Combustible Fósil de México." *Min. Mex.*, vol. IX, 1882-1883, núm. 15.
- 416 FERNÁNDEZ GUERRA, Manuel, Ing.—"Solución que da a las cuestiones técnico-geológicas propuestas por el señor licenciado don Luis Méndez. Prof. de la Ac. de Jurisp. y Legis., con motivo del estudio que hace dicha Academia sobre si son denunciabes mantos de carbón de piedra y los depósitos de petróleo," *Bol. Soc. Geol. México*, vol. II, 1906, pp. 87-110. *Bol. Secr. Fom.*, año VI, núm. 6, enero de 1907 (tomo II, Minas y Metalurgia), pp. 480-499.
- 359 FERNÁNDEZ, José Diego.—"Petróleo y Carbón de Piedra, Denuncio, Expropiación." *Bol. Secr. Fom.*, 2ª época, vol. VI, núm. 5 (II), diciembre de 1906, pp. 377-417.
- 1002 FERGUSON, Arthur W.—"México" (Bureau of the American Republics. Washington, U. S. Bulletin Nº 9, July, 1891). Chapter VI, "Mines and Mining", pp. 61-77; chapter VII, "Coal, Asphaltum and Petroleum Deposits", pp. 78-83.
- 1043 FLEURY, Juan, Ingeniero de Minas.—"Informe sobre las minas de carbón de San Felipe y El Hondo (Coah.)" *Boletín de Agricultura, Minería e Industria, Secretaría de Fomento, México*, septiembre de 1897, pp. 70-71;

Nº biblio-  
gráfico

- y diciembre de 1896, pp. 39-66, con tres cuadros. An. F., vol. 11. 1898, pp. 40-69. Min. Mex., vol. 33, núms. 15 y 16 (13 y 20 de oct. de 1898).
- 1241 GÓMEZ DEL CAMPO, José María.—“Los combustibles minerales. Cuestión científico-legal.” Min. Mex., vol. IX, 1882, núm. 4.
- 1311 GUILLEMIN, Julio, Ing.—Memoria dedicada al Excmo. Sr. Ministro de Fomento de México, con motivo de la Exposición Universal de París en 1855. Mem. Min. Fom. Siliceo. 1857. vol. II, pp. 116-138. Parte primera . . . hulla y combustibles minerales . . . Parte segunda . . . combustibles minerales . . .
- 1325 GUTIÉRREZ, Manuel.—“Carbón de Piedra Mexicano.” El Progreso Industrial, México. (Periódico de la Soc. Minera Mexicana.) 1.
- 1329 GUTIÉRREZ, Manuel R.—(“Ensaye de una muestra de carbón mineral de los terrenos carboníferos del Río Quilate.”) Mem. del Gob. del E. de Veracruz, 1888-90, pp. 215-216. Min. Mex., vol. XVIII, 1891, núm. 10.
- 1384 HAY, Guillermo.—“Informe sobre el terreno carbonífero perteneciente a la Compañía Carbonífera de Piedras Negras, Edo. de Coahuila.” Bol. de Agricultura, Minería e Industria, octubre 1891, pp. 113-119.
- 583a HILL, Robert T.—“The Coal Fields of Mexico. The Coal resources of world.” Inter. Geol. Congr. Canadá. 1913, vol. I, pp. LXV y LXVII; vol. II, pp. 553-559; año 1913.
- 1458 HOLBROOK, Francisco N.—“Depósitos de Carbón de Piedra en Corralitos.” Mem. M. F. 1883-85, vol. V, pp. 179-181.
- 1503 IBARRA, Jesús, Ing.—“Las Minas de carbón de la Compañía de Combustibles Agujita, S. A. (Sabinas, Coah.)” Bol. Min., tomo VI, p. 108; un plano.
- 1504 IBARRA, Jesús, Ing.—“Las minas de carbón de Cloete, Mpdad. de Sabinas, Coah.” Bol. Min., tomo VI, pp. 20-24; un croquis.
- 1505 IBARRA, Jesús, Ing.—“Informe sobre la región carbonífera de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas.” Bol. Min., tomo VII, núm. 3, sep. 1918, pp. 309-320.
- 1589 KIMBALL, James, P. (Prof. de Geología en la Universidad de Lehigh.)—On a deposit of Grahamita known as the Cristo Coal Mine. New York, 1876.



Nº biblio-  
gráfico

- 1590 KIMBALL, James P. Ph. D. F. G. S. Profesor of Geology in Lehigh University. On the occurrence of grahamite in the Huasteca, Mexico, and notice of the geology of that region." *Am. J. Sc.*, 3 d. s. XII, 1876, pp. 277-286.
- 1630 KÜCHLER, Jacobo, Ing.—Valles de Sabinas y Salinas. Reconocimiento y descripción de los valles de Salinas y Sabinas, en el Departamento de Coahuila, con las haciendas del Nacimiento, San Juan, Soledad, Alamos, Encinas, Hermanas y Rancho de la Mota. México, Imprenta Imperial, 1866. *Min. Mex.*, vol. XXXIX; núms. 11 y 12 (septiembre 1901).
- 1631 KÜCHLER, Jacobo, Ing.—"Observaciones sobre los criaderos de carbón de Piedra de Chihuahua y Coahuila." *Min. Mex.*, vol. XXXIX, núm. 12 (septiembre 19 de 1901).
- 1612 LESHER, C. E.—"The production of Coal in 1914." *Min. Res. of the United States. 1914.* vol. II, núm. 31, 1915. (México, 1911) 1912, p. 640.
- 1813 LÓPEZ MONROY, Pedro, Ingeniero de Minas.—"Observaciones sobre algunos combustibles minerales de México." *Nat.*, vol. 1, pp. 87-94. *Min. Mex.*, vol. 1, núm. 36 (11 de diciembre de 1873).
- 725 LÓPEZ PORTILLO Y ROJAS, José.—"Su voto sobre las cuestiones relativas al petróleo y el carbón de piedra." *Bol. Secr. Fom.*, 2ª época, tomo VI, núm. 9 (II), abril de 1907, pp. 813-818.
- 1842 LUDLOW, Edwin.—"The Coal Fields of Las Esperanzas, Coah." *Mex. Trans. Am. Inst. Min. Eng.* (Mexican Meeting, nov. 1901), pp. 140-156. *Engineering & Mining Journal.* vol. 71, núm. 11, march 16, 1901, p. 331. "Los campos carboníferos de Las Esperanzas, Coah., Méx." *Bol. Secr. Fom.*, vol. 3 (1903-1904), núm. 2, fol. II, pp. 68-71. *Min. Mex.*, vols. 43-44 (1903-1904).
- 731 LUDLOW, Edwin.—"The Coal Industry in Mexico." *Eng. Min. Jour.*, vol. 88, núm. 14, oct. 2, 1909, pp. 661-664, un mapa.
- 774 MATEOS CARDEÑA, Alfredo.—"¿Pueden declararse denunciables los criaderos de carbón de piedra, en todas sus variedades, así como los manantiales de petróleo, existan o no en terrenos de propiedad particular?" *Bol. Secr. Fom.*, vol. VI, núm. 6, enero de 1907 (II, Minas y Metalurgia), pp. 500-526.
- 1897 MANROSS, N. S.—"Notes on Coal and Iron-Ore in the State of Guerrero, México." *The American Journal of Science.* New Haven, Conn., 2nd. s. vol. XXXIX, may 1865, pp. 309-312.

Nº biblio-  
gráfico

- 765 MARTÍN, L. A.—The Mexican Coke Industry.—Mines and Minerals, vol. XXX, núm. 3, oct. 1909, pp. 129-131, 5 figuras. (Agujita, Lampacitos y Sabinas.)
- 1915 MARTÍNEZ BACA, Eduardo.—"Informe sobre los criaderos de carbón de Piedras Negras, Edo. de Coahuila." Bol. de Agr. Min., oct. de 1891, pp. 93-112.
- 784 MEJÍA, Miguel.—"Opinión sobre las cuestiones relativas al petróleo y carbón de piedra." Bol. Secr. Fom., 2ª época, vol. VI, núm. 8 (II), marzo de 1907, pp. 696-719.
- 785 MÉNDEZ, Luis.—"Régimen de la propiedad del carbón de piedra y del petróleo." Bol. Secr. Fom., 2ª época, vol. VI, núm. 7 (II), febrero 1907, pp. 601-618.
- 2028 MORENO, Antonio.—"El carbón en Sonora." Min. Mex., vol. XX, 1892.
- 824 MOYA Y ZORRILLA, Víctor.—"Su opinión sobre las cuestiones relativas al petróleo y carbón de piedra." Bol. Secr. Fom., 2ª época, vol. VI, núm. 9 (II), abril 1907, pp. 819-829.
- 2073 MUÑOZ DE LA CÁMARA, E.—"La región carbonífera de Nuevo León y Coahuila, de La Defensa de Monterrey." Min. Mex., vol XXXI, núm. 14, sep. 30 de 1897.
- 2089 MURO, Luis G., Ing.—"Análisis de una muestra de hulla, determinando materias volátiles, carbón y cenizas que contenga y el número de calorías." Min. Mex., vol. XI, núm. 19.
- 2093 MURPHY, Patricio, Ingeniero de Minas.—"Informe acerca de las minas de hulla ubicadas en Tecamatlán, Distrito de Acatlán, Estado de Puebla." Min. Mex., I, 1873-74, núms. 27, 28 y 29.
- 2145 OCHOA, Juan B.—"Hulla Mexicana." Min. Mex., vol I, número 52, p. 10. 2 de abril de 1874.
- 2149 OCHOA, Juan B.—"El Carbón Mineral en México." Min. Mex., vol. XII, núm. 8. mayo 12 de 1885.
- 2151 OCHSENIUS, Carl., Dr.—"Natürlicher Koks in den Santa Clara Kohlenfeldern. Sonora, México." Z. prakt. Geol., vol. VIII, 1900 (Jan.), p. 21. Ver DUMBLE, 863. (Núm. bibliográfico.)
- 892 ORDÓÑEZ, Ezequiel.—"Coal in Coahuila." Min. Sc. Press, vol. LXXV, March 14, 1908, pp. 363-364, una figura.

Nº biblio-  
gráfico

- 2274 PARKER, Edward W.—“Coal in Mexico.” Eng. Min. Journal, vol. LXXVII, núm. 5, febrero 4 de 1904, p. 190.
- 2332 PERKIN.—“Los colores de la hulla.” Discurso en la Reunión Anual de la Sociedad de la Industria Química. Bol. Soc. Sánchez Oropeza. Orizaba. Vol. I, 1884-85, núms. 19-23-36.
- 968 PHILLIPS, Wm. B. A.—“Coking Coal in Chihuahua.” Eng. Min. Journal, vol. LXXIX, núm. 14, abril 6, 1905, pp. 661-662, 2 figs.
- 989 RAIGOSA, Genaro.—“Exposición de motivos del voto en las cuestiones relativas a los combustibles minerales.” Bol. Secr. Fom., 2ª época, vol. VI, núm. 4 (II), nov. 1906, pp. 285-301.
- 2438 RAMÍREZ, Santiago, Ingeniero de Minas.—“Combustibles Minerales.” El Mexicano, vol. 1, 1866, núm. 48 (junio 21), pp. 377-380.
- 2443 RAMÍREZ, Santiago, Ingeniero de Minas.—“Combustibles Minerales.” Min. Mex., vol. I, 1874, núm. 31.
- 2496 RAMÍREZ, Santiago, Ingeniero de Minas.—“Informes rendidos a la Secretaría de Fomento, como resultado de su exploración a los Distritos de Matamoros Izúcar, Chiautla y Acatlán, Pue., y del estudio de sus criaderos de carbón mineral.” Anales M. Fom., 1877-1882, tomo VII, p. 196. Mem. Min. Fom., tomo I, pp. 537-592. Min. Mex., tomo VIII.
- 2497 RAMÍREZ, Santiago.—“Informe sobre los criaderos de carbón mineral que se encuentran en el Estado de Tlaxcala.” Anales Min. Fom, tomo VII, pp. 99-107. Mem. Min. Fom., 1877-1882, tomo I, pp. 593 y 598. Min. Mex., tomo VIII, p. 345.
- 2498 RAMÍREZ, Santiago.—“Estudio de unos ejemplares de carbón mineral procedentes del Distrito de Tlaxiaco en el Estado de Oaxaca.” Anales Min. Fom., tomo VII, pp. 108-113. Mem. Min. Fom., 1877-82, tomo I, pp. 598-601. Min. Mex., vol. IX, núm. 1.
- 2499 RAMÍREZ, Santiago.—“Informe a la Sría. de Fomento sobre la exploración a la Municipalidad de Tlaquiltenango, Distrito de Tetecala, Mor., para el reconocimiento de unos supuestos criaderos de carbón.” Anales Min. Fom., vol. VII, pp. 114-128. Min. Mex., vol. IX, núm. 9.
- 2500 RAMÍREZ, Santiago.—“El poder calorífico de los combustibles minerales.” Anales Min. Fom., vol. VII, pp. 129-135. Mem. Min. Fom., 1877-82, vol I, pp. 610-614. Min. Mex., vol. VIII, núm. 18, p. 207.

Nº biblio-  
gráfico

- 2501 RAMÍREZ, Santiago.—"El Dominio Radical de criaderos de carbón. Estudio minero-legal." *Anales Min. Fom.*, vol. VII, pp. 136-146. *Mem. Min. Fom.*, 1877-1882, tomo I, pp. 614-619, *Min. Mex.*, vol. VIII, pp. 121-133-327-351-439. (Estudio interesante bajo el aspecto legal del Dominio Directo de los criaderos carboníferos.)
- 2502 RAMÍREZ, Santiago.—"Observaciones a la consulta del Sr. Lic. don Crispiniano del Castillo." *Anales Min. Fom.*, vol. VII, pp. 147-163. *Mem. Min. Fom.*, 1877-1882, vol. I, pp. 620-629.
- 2503 RAMÍREZ, Santiago.—"Informe sobre exploración de los yacimientos carboníferos del Distrito de Huétamo, Mich." *Anales Min. Fom.*, tomo VII, pp. 178-191. *Mem. Min. Fom.*, 1877-82, vol. I, pp. 629-637. *Min. Mex.*, vol. IX, núms. 10 y 11, pp. 113-124.
- 2505 RAMÍREZ, Santiago.—*Estudios sobre el carbón mineral*. México, Imp. F. Díaz de León. 1882, 179 pp., 8º
- 2506 RAMÍREZ, Santiago.—"Informe sobre exploración en el Cantón de Jalapa con el objeto de examinar sus terrenos carboníferos." *Anales Min. Fom.*, vol. VII, pp. 306-332. *Min. Mex.*, vol. IX, 1882, núms. 21 a 24.
- 2507 RAMÍREZ, Santiago.—Exploración en los terrenos de Tulitic, Distrito de Alatríste, Pue., con el objeto de estudiar sus yacimientos de carbón. *Anal. M. F.*, 7, pp. 524-537. *Min. Mex.* vol. 9, 1882.
- 2508 RAMÍREZ, Santiago.—Los criaderos de carbón en el Estado de Coahuila. Ligeras observaciones al Decreto que expidió la Legislatura del Estado el 25 de agosto de 1882, México, *Tip. Lit. F. Mata*, 1882, 16 págs., 12º
- 2510 RAMÍREZ, Santiago.—"Los criaderos de carbón y la Suprema Corte de Justicia," *Min. Mex.*, vol. IX, núm. 20, p. 229. *Asunto Legal*.
- 2514 RAMÍREZ, Santiago.—"Informe sobre los depósitos carboníferos del Cerro del Tambor en el Distrito de Huauchinango, Pue." *Anales Min. Fom.*, pp. 688-699. *La Naturaleza*, vol. 6, 1882-84, pp. 284-293. *Min. Mex.*, vol. X, núms. 29 y 30 (septiembre de 1883).
- 2520 RAMÍREZ, Santiago.—"Los yacimientos carboníferos de Sonora." *Min. Mex.*, vol. X, número 35 (25 de octubre de 1883).
- 1007 REQUENA, José Luis.—"Su opinión sobre las cuestiones relativas al petróleo y carbón de piedra." *Bol. Secr. Fom.*, 2ª época, vol. VI, número 10 (II), marzo 1907, pp. 907-939.
- 1058 ROJAS, Isidro.—"¿Pueden declararse denunciabiles los criaderos de carbón de piedra en todas sus variedades, así como los manantiales de petróleo,

Nº biblio-  
gráfico

- existan o no en terreno de propiedad particular?" Bol. Secr. Fom., 2ª época, vol. VI, núm. 3 (II), oct. 1906, pp. 199-224.
- 1104 SCHWARZ, M.—"Le Charbon au Mexique." Bull. Soc. Fr. des. Ing. Coloniaux, París, núm. 60, 2º y 3º trim. 1911. Rev. Soc. Alzate, vol. XXXII, núms. 1 y 2, 1911-1912, pp. 1-23, 3 figs.
- 1105 SCHWARZ, M.—"At the Mines of Compañía Carbonifera de Sabinas, at Rosita, Mexico. Conditions indicating that it was a dust explosion. Mines and Minerals." Scranton, Pa., vol. XXVIII, núm. 11, June, 1908, pp. 524-525, 2 figs.
- 1106 SCHWARZ, M.—"Coal Mines of Mexico, The locations of different coal Basins, Railroad Connections Excent of development and Output." 1 map. & figs, Mines and Minerals, vol. XXIX, núm. 1, August, 1908, pp. 33-34, 5 figs.
- 1115 SELLERIER, Carlos.—"Informe sobre la visita practicada por el Ing. Insp. de Minas a la Estación Experimental establecida en Pittsburgo, Penn., E. U., para la investigación de las causas de las explosiones en las minas de carbón de piedra." Mem. Fom., 1908-9, pp. 156-162, 29 de marzo de 1909.
- 1116 SELLERIER, Carlos.—"Informe sobre las explosiones ocurridas en el tiro número 2 de la mina Palau, Múzquiz, Coah." Mem. Secr. Fom., 1910-11, pp. 130-133.
- 3095 STEPHAN, Charles H.—Le Mexique Economique. (Cap. IV, Mines... Charbon.) Paris, 1903.
- 1175 THOMAS, Kirby.—"Mexican Coal Deposits." Min. World, vol. XXII, núm. 18, May. 6, 1905, p. 472. The Black Diamond, Chicago, New York, vol. XXXIII, núm. 4, oct. 23 de 1904.
- 3151 THOMAS, Kirby.—"The Coal Deposits of Mexico and their development." The Black Diamond, Chicago, 33, núm. 4, July 23, 1904, pp. 223 y 224. Las Esperanzas, Coah.
- 3173 TOPF, Hugo, Prof. Cien. Nat. de la Escuela Normal de Jalapa.—"Informe relativo al estudio de los terrenos carboníferos del Río Quilate." Mem. del Gob. del Edo. de Veracruz, 1888, tomo XC, pp. 213-215.
- 3195 TUTTLE, E. G.—"The Sabinas Coal Field." Eng. Min. Journal, vol. LXVIII, 1894, pp. 390-392.
- 2720 VELÁZQUEZ DE LEÓN, Joaquín, y Lic. Felipe Saldívar.—"Dictamen de la Comisión de Ciencias Naturales sobre la muestra de carbón de piedra

Nº biblio-  
gráfico

- de la mina situada en el Departamento de San Juan de los Llanos, Pue." Bol. Soc. Geog., 1ª época, vol. III, 1854, pp. 17-18.
- 3370 WHITE, Dr. Charles A.—"On the age of the coal found in the region traversed by the Rio Grande." Am. J. Sc. 3 d. s., XXXIII, 1887, pp. 18-20.
- 3707 "Carbón de Piedra en el Distrito de Zacualtipán, Hgo. Algunas noticias sobre los criaderos de..." Periódico Oficial del Edo. de Hidalgo. Min. Mex., vol. X, núm. 27 (30 de agosto 1883).
- 3737 "Coal Mining in Mexico." Colliery Guardian, vol. LXXXI, 1901, pp. 903-904 con figuras.
- 3828 Estados Unidos Mexicanos. Secretaría de Fomento. Sec. 5ª. "Informes y documentos para la Estadística de la Minería. Zonas auríferas, criaderos de fierro y de carbón de piedra..."
- 3892 "La Hulla y el Hierro en México" (de El Estandarte, de San Luis Potosí). Min. Mex., vol. XL, núm. 12 (20 de marzo de 1902).
- 3917 "Iron & Coal (Mexican)." Colliery Guardian, vol. LXXXII, 1901, p. 1228. Fig. (map.)
- 4098 Prospecto de la Compañía "Mexican Pacific Coal and Iron Mining and Land Co.", Nueva York, 1856, 8, XIV, 40 páginas.
- 4132 "Las Carboneras de Sabinas." (Trad. del Eng. & Mining Journal.) Min. Mex., vol. XXVI, núms. 11 y 12 (14 y 21 de marzo de 1895).

## PRINCIPALES OBRAS CONSULTADAS

- AGUILERA, José G.—Catálogo Sistemático y Geográfico de las Especies Mineralógicas de la República Mexicana. Instituto Geológico Nacional. Bol. núm. 11, México, 1898.
- AGUILERA, José G.—Distribución Geográfica y Geológica de los Criaderos Minerales de la República Mexicana.—Anuario de la Academia Mexicana de Ciencias, vol. V. 1899.
- BACON FOOS, Raymond and ALLEN HAMOR, William.—*American Fuels*. New York, 1922.
- BARCENA, Mariano.—*Tratado de Geología, México*, 1886.
- BONNEFOY, J.—*Gîtes de graphite de Bohême méridionale*.
- BOULTON, W. S. (Editorship.)—*Practical Coal-Mining by leading experts in mining and engineering*. London.
- CAMPBELL, Marius R.—*The Coals of the United States*. U. S. G. S. Washington, 1908.
- CARTER, James C.—*Madagascar Graphite industry*.
- CIRKEL, Fritz M. E.—*Graphite. Its properties, occurrence and uses*. Ottawa, Canada, 1907.
- COLOMER and FORDIER.—*Combustibles industrielles*.—1930.
- CHAMBERLIN, Thomas C. and SALISBURY, Rollin D.—*Geology*. New York, 1904.
- CHARPENTIER, Henri.—*Géologie et Minéralogie appliquées*. Incluye datos y estudios sobre las piedras preciosas.
- CHARPENTIER, Henri.—*Etude sur les lignites de Hongrie*.
- Chemical Technology or Chemistry in its Applications to arts and manufactures*, edited by Charles Edward Groves. *Fuel and its applications*. 1899.
- DANA'S.—*Textbook of Mineralogy*. 4th. edition. New York, 1932.

- DE LAUNAY, L.—*Traité de Métallogénie, Gites Minéraux et Métalifères*. Paris et Liège, 1913.
- EMMONS, Harvey William.—*The principles of economic Geology*. New York, 1940.
- GARCÍA, J. Aurelio.—Los yacimientos de grafito de Sonora. (Inédito.)
- GARWOOD, E. J.—*Some new rockbuilding organisms from lower carboniferous beds*.
- GEIKE, Sir Archibald.—*Textbook of Geology*. London, 1903.
- HAANEL, B. F.—*Peat, Lignite and Coal of Canada*.  
*International Library of Technology*.—Scranton, Penn., U. S. A.
- LEWES, J.—*Carbonization of coal*.
- LONGWELL, Chester R., KNOFF, Adolph and FLINT, Richard F.—*Textbook of Geology*, 2nd. ed. rev., New York, 1939.
- LUNGE, George.—*Coal-Tar and Ammonia*.—1928.
- MILLER, Benjamín L.—*The Graphite industry of United States & Canada*.  
Eng. Min. Jour. vol. 112, núm. 6, pp. 207-213, 3 figs. Aug. 6, 1921.
- ODELL W. W. and HOOD, O. P.—*The peat in the U. S. and Canada*. 1930.
- PIERSSON, Louis V. and SCHUCHERT, Charles.—*Introductory Geology*, New York, 1924.
- NEAVERSON, E.—*Stratigraphical paleontology*. 1928.
- SALAZAR SALINAS, Leopoldo.—*Elementos de Geología*. México, 1928.
- REDFIELD, Arthur H.—*World Production of Graphite*. Eng. Min. Journal. Jun., 1932.
- ROGERS, Allen.—*Industrial Chemistry*. 2nd. ed. New York, 1915.
- SCOTT, William B.—*An Introduction to Geology*. 2nd. ed. New York, 1922.
- SIMONIN, L.—*La Vie souterraine ou les mines et les mineurs*. 1897.
- STEPHENSON, J.—*Industrial Fuels*. 1925.
- STEPHENSON, Marie C. and WHEELER, R. V.—*Monograph of the constitution of coal*. 1922.
- THIESSEN, R.—*Memory on the microscopic study of coal*.
- WAGNER H., Frederick.—*Coal gas residuals*. 1928.
- . *Coal and Coke*. 1928.



SE IMPRIMIÓ EL TEXTO DE ESTE LIBRO,  
POR ACUERDO DEL LICENCIADO RODOLFO  
BRITO FOUCHER, DURANTE SU RECTORADO,  
EN LA IMPRENTA UNIVERSITARIA, Y LOS  
GRABADOS, SEGÚN MODELOS DEL AUTOR,  
FUERON IMPRESOS EN FEBRERO DE 1945



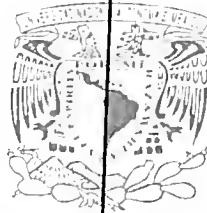


# UNAM

## FECHA DE DEVOLUCIÓN

El lector se obliga a devolver este libro antes  
del vencimiento de préstamo señalado por el  
último sello

30 ABR 2013



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

