

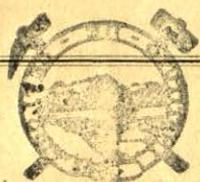
7-0-20
6-DIC 1938

R

7-32-2-33

C-6-W-117

1826



W

BIBLIOTECA ALGUNOS DATOS

SOBRE LOS

CRIADEROS DE FOSFATO DE CALCIO EN LOS ALREDEDORES DE MONTERREY,

NUEVO LEON

Por el Ingeniero de Minas, Teodoro Flores, M. S. A.



MEXICO

Departamento de Talleres Gráficos de la Secretaría de Fomento
1ª Calle de Filomeno Mata Núm. 8

1916

83

W





ALGUNOS DATOS

SOBRE LOS

CRIADEROS DE FOSFATO DE CALCIO EN LOS ALREDEDORES DE MONTERREY,
NUEVO LEON

Por el Ingeniero de Minas, TEODORO FLORES, M. S. A.

(LÁMINA XLI)

La circunstancia de ser poco conocidos los criaderos de fosfato de calcio en nuestro país y la importancia cada vez más creciente en el mundo (1), de los criaderos de fosfato, por la aplicación de abonos fosfatados a la agricultura, me deciden a presentar en nuestra Sociedad, algunos datos referentes a criaderos de esta naturaleza existentes en el Cerro de Topo Chico, en los alrededores de la ciudad de Monterrey, que tuve oportunidad de visitar durante una excursión que hice a los alrededores de esa ciudad, en 1913, comisionado

(1) Entre las diversas proposiciones discutidas en el seno del Consejo del último Congreso Geológico Internacional, reunido en Toronto, Canadá, fué una de ellas relativa a la investigación mundial de criaderos de fosfato. Esta proposición fué hecha por J. Samojloff, quien sometió a la consideración del Consejo la conveniencia de que comprendiera en el programa de trabajos del siguiente Congreso Geológico una investigación especial sobre recursos mundiales de ácido fosfórico. Fundó su proposición en la intensidad que ha adquirido la agricultura moderna y su progreso incesante; en la necesidad de suministrar abonos minerales al suelo, necesidad que debe considerarse como una de las

por la Dirección del Instituto Geológico de México, para establecer allí una Estación de las pertenecientes a la Red Seismológica Nacional (1).

Los criaderos citados fueron confundidos, al principio, con criaderos de calamina, por la semejanza de las concreciones procedentes de dichos criaderos con ese mineral. En las muestras, por primera vez analizadas, no se encontró zinc, y fué entonces cuando se descubrió la presencia del fósforo en las mencionadas concreciones (2).

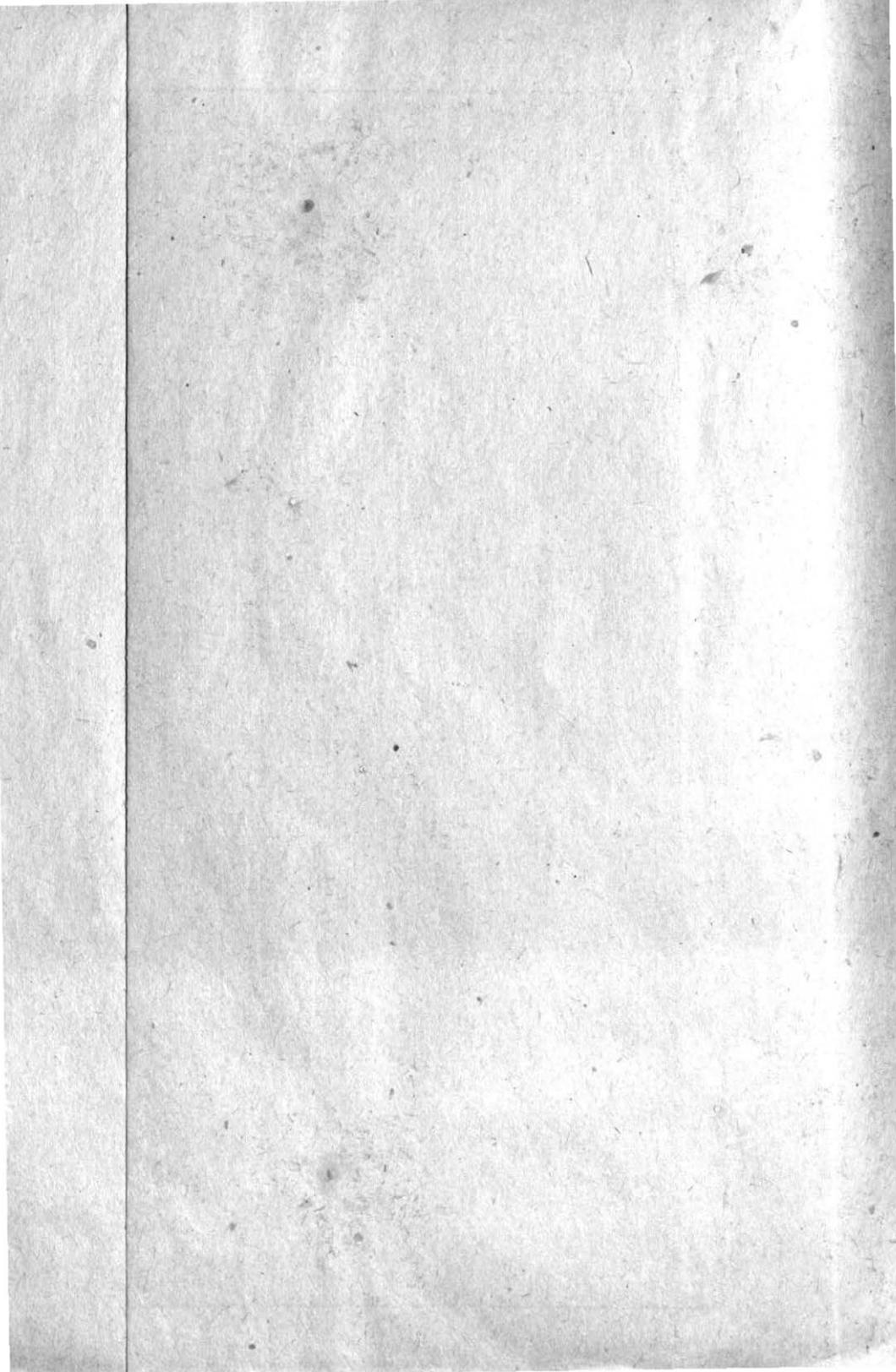
Los criaderos se encuentran situados (lám. XLI), al N.W. de la ciudad de Monterrey (3), a 680 m. sobre el nivel del mar, en la vertiente septentrional del cerro de Topo Chico. Este cerro, que dista de la ciudad de Monterrey próximamente seis kilómetros, es una eminencia de forma elípti-

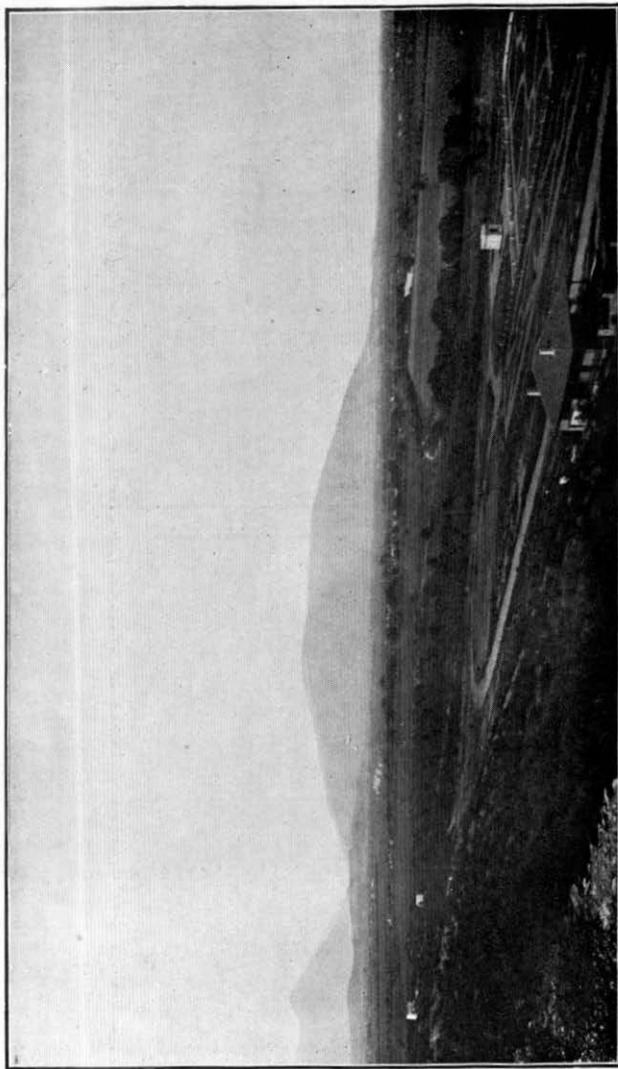
más esenciales y urgentes, puesto que los abonos fosfatados son de excepcional importancia entre los abonos minerales, llamando la atención sobre que la materia prima es suministrada por los fosfatos naturales y considerando que la cantidad de ácido fosfórico, contenido en los fosfatos, determina en cierto modo, la cantidad posible de substancia viviente en el mundo. El Prof. Samojloff manifestó en su proposición que él ha emprendido, durante seis años, la investigación de los fosfatos en Rusia; pero que la valorización precisa y rigurosa de los criaderos de fosfato en el mundo no puede hacerse sino emprendiendo trabajos de exploración colectivos organizados internacionalmente como se hizo en el Congreso de Suecia para las cantidades mundiales de fierro y como acababa de hacerse en el Congreso del Canadá para los recursos mundiales de carbón mineral. Basándose en las consideraciones anteriores el Prof. Samojloff propuso la organización de los trabajos colectivos para esta investigación en el programa del XIII Congreso Geológico Internacional, que se reunirá en Bruselas en 1917.

(1) La referida Estación quedó edificada en el cerro del Obispado, en los alrededores de la ciudad de Monterrey y desde hace ya algunos meses funciona con toda regularidad.

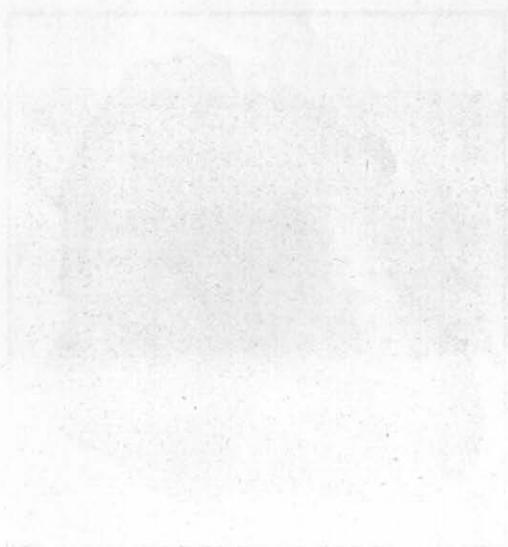
(2) En las Oficinas de Ensaye Federal en Monterrey fué analizada una muestra procedente de estos criaderos por el Sr. Ing. F. Roel, quien no habiendo encontrado zinc, pudo después comprobar la presencia del fósforo en la muestra analizada.

(3) La plaza de Zaragoza, que es el centro de la ciudad, está a 533^{m.}0 de altura absoluta, la parte más alta de la ciudad, que es su orilla occidental, está a 550^{m.}05 y la más baja, al Norte, a 518 metros.





Cerro de Topo Chico en los alrededores de la Ciudad de Monterrey, Nuevo León



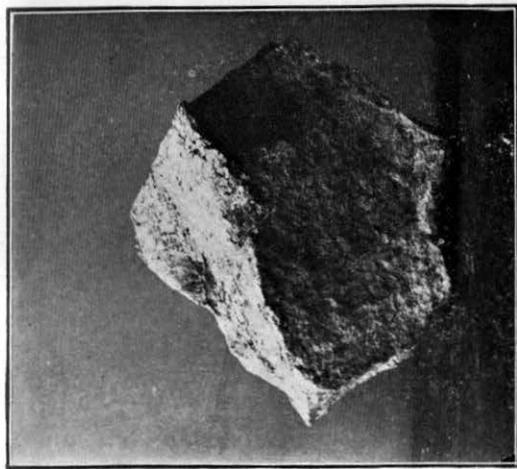


Fig. 1

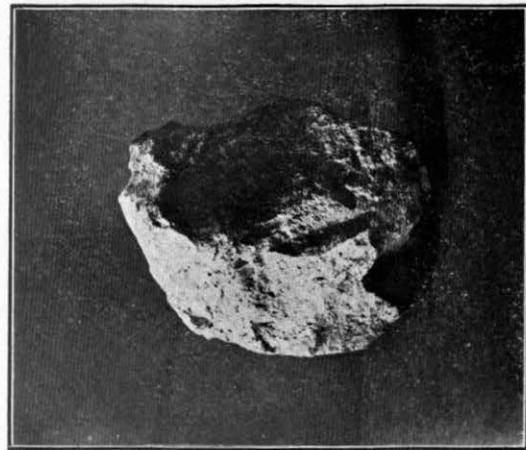
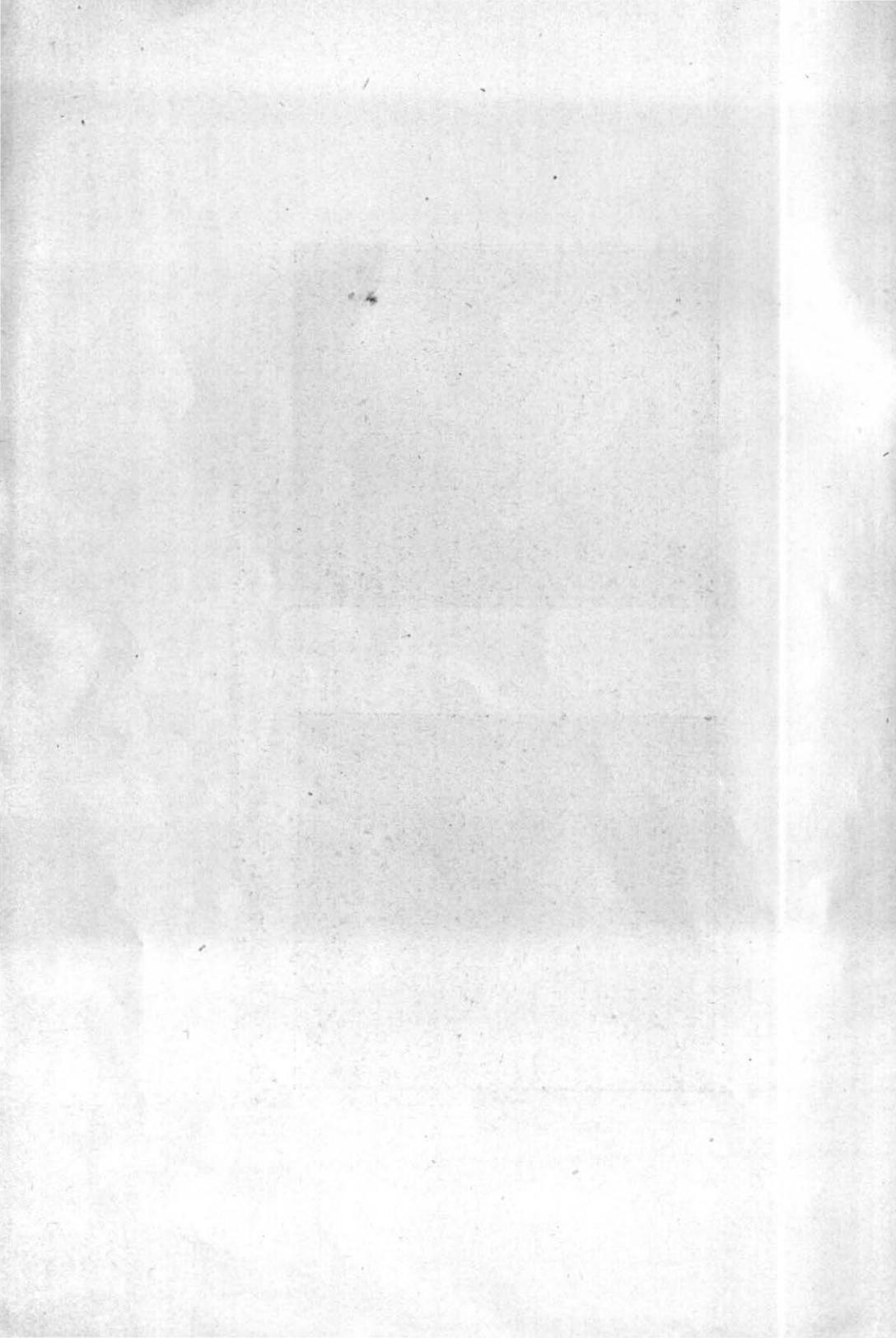
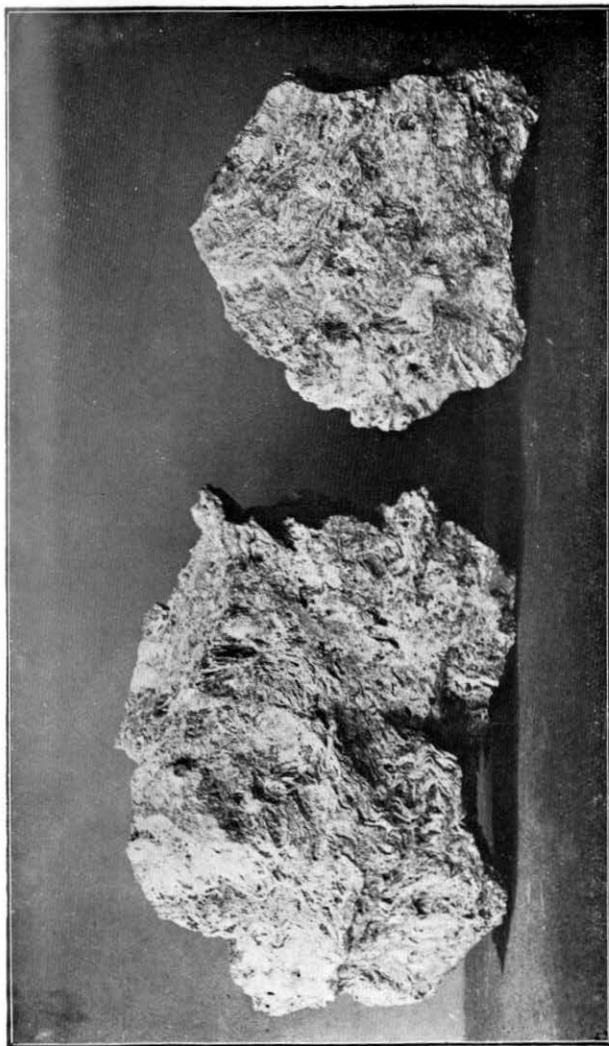


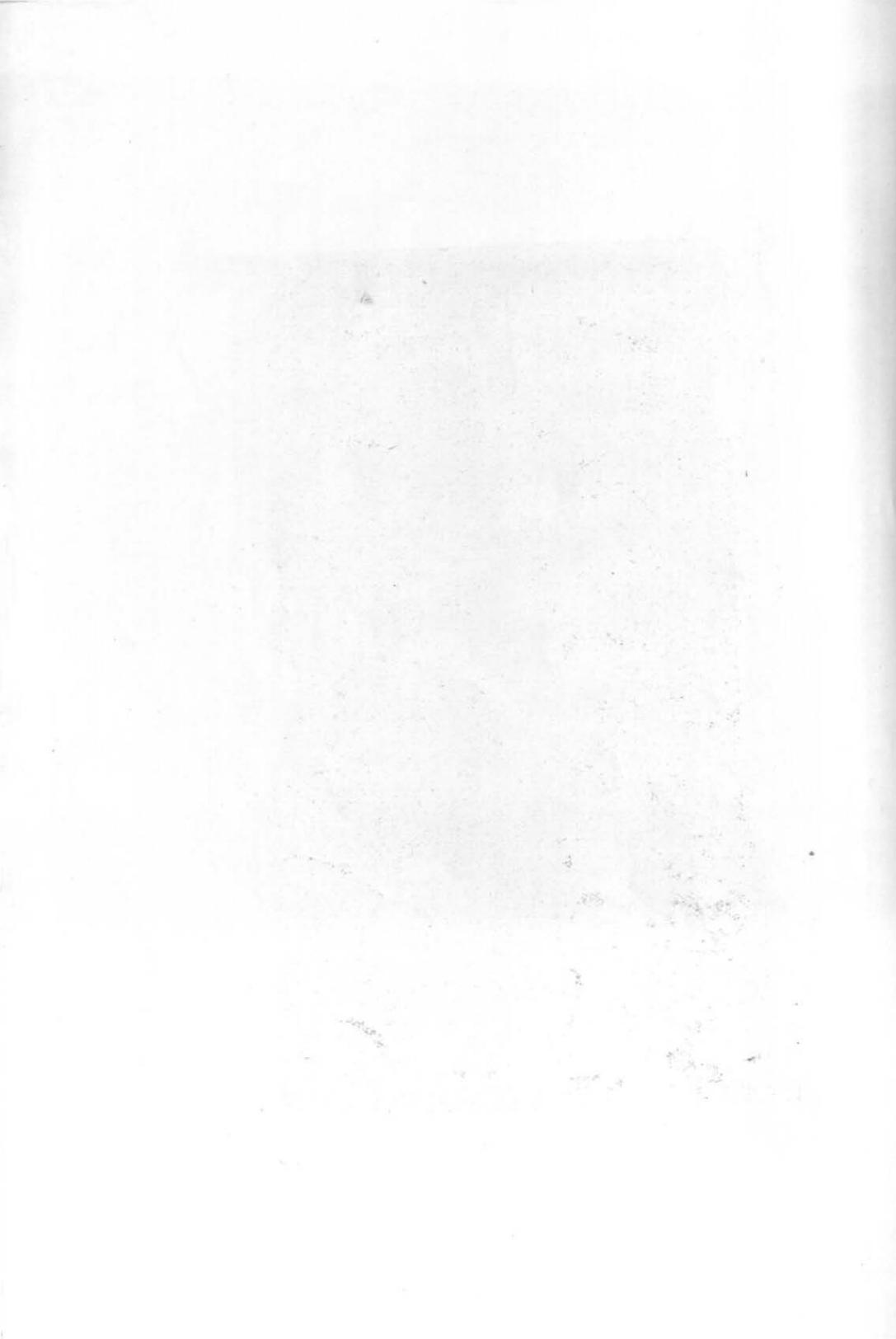
Fig. 2

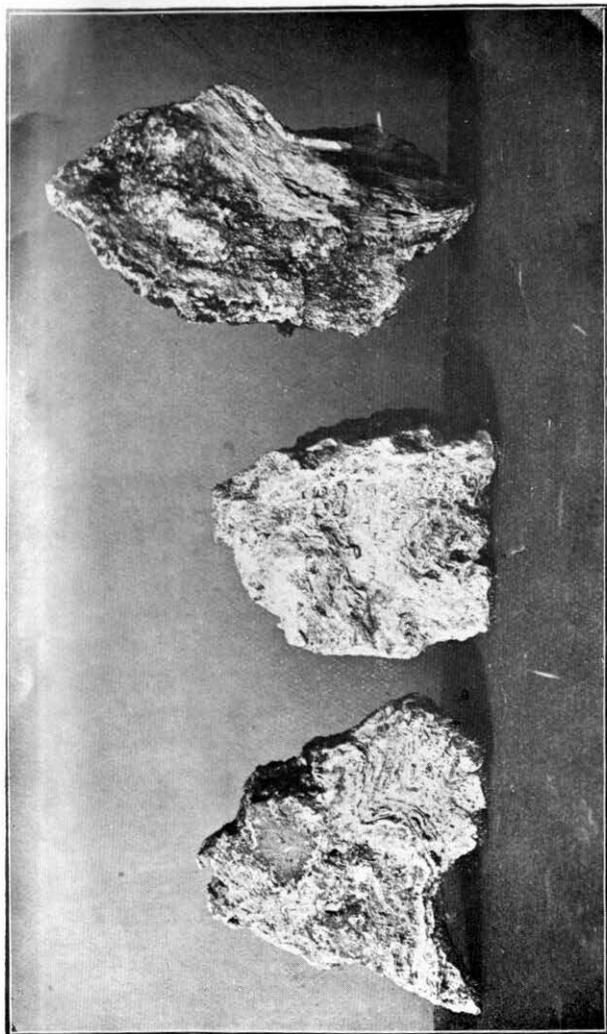
Concreciones de fosfato de calcio de Topo Chico



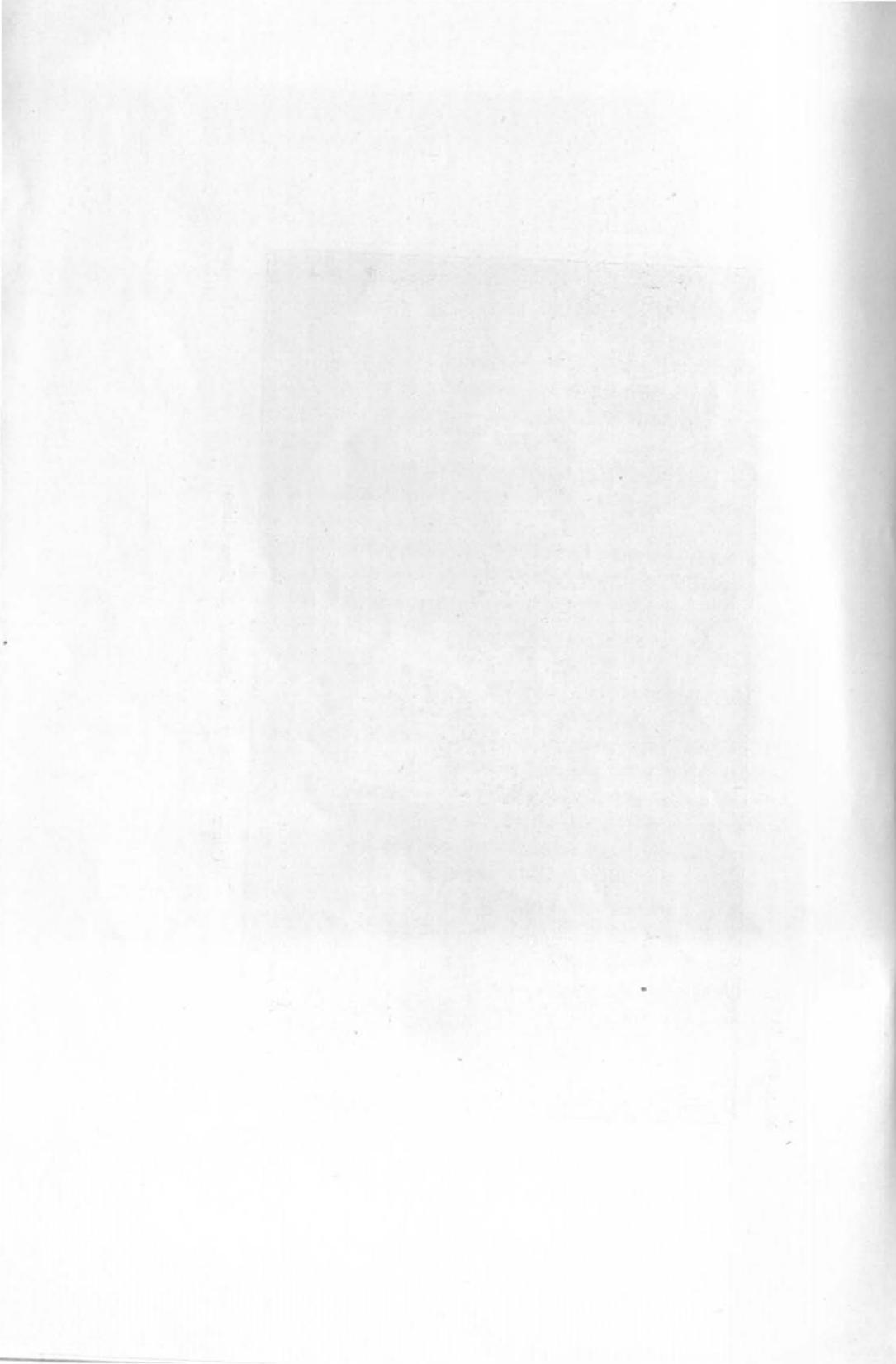


Concreciones de fosfato de calcio de Topo Chico





Concreciones de fosfato de calcio de Topo Chico



ca, cuyo eje mayor está orientado casi de E. a W.; dicha eminencia se levanta sobre el valle, unos trescientos metros, y está constituida por calizas fosilíferas del Gault y Cenomaniano, plegadas en forma de una pequeña cúpula periclinal aislada. En el lugar donde existen los criaderos de fosfato se presentan brechas calizas, en las que se observan a los fragmentos de caliza cementados por calcita y por fosfato de calcio. La estructura en zonas concéntricas de los depósitos de fosfato, muestra claramente que estos criaderos han sido formados por aguas circulantes; pero las obras de exploración que se están llevando a cabo en los criaderos, son todavía muy superficiales, pues apenas últimamente es cuando se han iniciado, y no permiten observar si estos criaderos han sido formados por aguas meteóricas descendentes, que han efectuado una concentración del fosfato o han sido originados por aguas profundas que, al ascender, hayan transportado y depositado el fosfato de calcio, en una zona relativamente superficial.

Las muestras analizadas en el Laboratorio de Química del Instituto Geológico Nacional, dieron un alto por ciento de fosfato de calcio, pues los resultados de los análisis practicados, arrojaron un promedio de 75.98%.

Las concreciones afectan diversas estructuras, unas veces es casi oolítica, otras en forma de coliflor, otras a veces es compacta terrosa, y otras, en fin, es en bandas concéntricas de un blanco mate o ligeramente gris amarillento, que dan a las concreciones una notable semejanza con la calamina, mineral que con frecuencia se presenta en las calizas cretácicas del Estado de Nuevo León, y con el cual, como ya he dicho, fué al principio confundido. O. Stutzer cita (1) en su descripción de criaderos de fosfato de las cercanías

(1) Die Wichtigsten Lagerstätten der "Nicht-Erze" von Dr. O. Stutzer-Berlin, 1911, pág. 355.

de Zaghouan, en el Djebel Zaghouan y Djebel Ressas, en el Norte de Túnez, criaderos de fosfato en forma de filones, que se encuentran asociados a criaderos de calamina, y dice que ambos minerales alternan entre sí, y que es tal su semejanza, que sólo se distinguen muchas veces, por medio del análisis. El contenido en fosfato de estos criaderos varía, según D. Levat (1), entre 55.80 y 80.35%.

En la región de Beja, se encuentran depósitos de fosfato en forma de sedimentos en la base del Eoceno inferior, (Suessoniano), pero su contenido en fosfato es muy bajo (2 a 16%). Como roca encajonante de estos depósitos, se presenta una arenisca roja arcillosa o una arenisca amarillenta fosilífera. En el Sur de Beja, cerca de Teboursouk, se encuentran de nuevo capas eocenas, con cuatro grupos de depósitos explotables, cuyos sedimentos numerosos son las más veces de 50 a 80 cm. de espesor, y cuyo contenido en fosfato varía entre 24.37 y 50%.

En nuestro país se han encontrado depósitos sedimentarios primarios de fosfato en el Jurásico superior, en las calizas margas y margas apizarradas de la Sierra de Mazapil y Concepción del Oro, en Zazatecas. El Dr. Carlos Burckhardt (2) que descubrió estos yacimientos, hace en ellos las tres divisiones siguientes: I.—El “piso fosforítico inferior,” que pertenece al Kimeridgiano superior, y está formado por capas margosas, grises o amarillentas, que contienen muchas conchas de *Aucella Pallasi* Keys; este piso tiene un espesor de pocos centímetros y contiene pocos fosfatos. II.—El “piso fosforítico medio,” que pertenece al Portlan-

(1) Etude sur l'industrie des phosphates et superphosphates par D. Levat. *Ann. des Mines*. 1895. Pág. 53.

(2) Sobre las rocas fosforíticas de las Sierras de Mazapil y Concepción del Oro, Zac., por el Dr. Carlos Burckhardt, *Parergones del Instituto Geológico de México*. Tomo II, núm. 1, págs. 63 y sig.

diño inferior y medio, y que está formado por calizas fosforíticas muy características de color rojizo con manchas negras. Este piso contiene muchísimos fósiles, sobre todo ammonitas; tiene un espesor de 1 a 2 metros, se encuentra en vasta extensión superficial, y las muestras analizadas, dieron hasta un 18.98% de P_2O_5 , y III.—El “piso fosforítico superior,” que pertenece al Portlandiano medio y superior. Las rocas se distinguen fácilmente de las del piso medio, sobre las cuales descansan inmediatamente, y son calizas fosforíticas grises y capas margosas de más o menos diez metros de espesor, que contienen fósiles en abundancia; una muestra analizada de este piso, dió 19.55% de fosfato. En la sierra de Concepción del Oro, los análisis dieron resultados variables, entre 3.26 y 16.08% de P_2O_5 .

Los depósitos sedimentarios primarios de fosfato, según De Launay (1), pueden haberse formado en tres condiciones diferentes: 1.^a Depósitos relativamente alejados de la ribera, a menos de 1,000 metros de profundidad, allí donde el régimen de las corrientes acarrea acumulaciones especiales de organismos o soluciones fosfatadas, tomadas del lugar donde se encuentran estos organismos (cretas fosfatadas de Bélgica, Túnez, etc.). 2.^a Depósitos litorales o lacustres de proximidad más inmediata a la costa que se encuentran como nódulos o riñones, muchas veces asociados a materias carbonosas y bituminosas, que pudieron haber sido tomadas de los mismos organismos, que dieron a la vez su fósforo; este género de yacimientos acusa una concentración esférica especial, y son algunas veces grafitosos (nódulos de Podolia, de los Pirineos). 3.^a Depósitos continentales, asimilables en cierto modo a los guanos; ya sea en grutas, ya sea en mesas emergidas de las zonas ca-

(1) L. de Launay.—Traité de Métallogénie. Gites Minéraux et Métallifères.—Paris et Liège. 1913. Tomo 1, pág. 660.

lientes, tales como los que se encuentran actualmente situados en la zona ecuatorial.

Es indudable que los depósitos fosforíticos de Zacatecas pertenecen al primero de estos tipos, y el fosfato se encuentra, según Burckhardt (1), uniformemente distribuido en toda la roca, pero por la descripción que hace de estos criaderos, se ve que son de distinto origen que los de Topo Chico. En efecto, estos últimos, como se deduce de las condiciones de su yacimiento, estructura concrecionada de sus depósitos y de su alto contenido en fosfato de calcio, parecen ser fosfatos secundarios, originados por disolución, transporte y concentración del fosfato contenido en las calizas de la región, sea bajo la forma de apatita, sea bajo la forma de detritos orgánicos fosfatados. Quizás tienen su origen en las rocas fosforíticas Jurásicas, que deben encontrarse a la profundidad, en la región de Monterrey.

El ácido fosfórico forma tres fosfatos de calcio: el fosfato tricálcico $(\text{PO}^4)^2 \text{Ca}^3$, el fosfato bicálcico $(\text{PO}^4)^2 \text{CaH}^2$, y el fosfato monocálcico $(\text{PO}^4)^2 \text{CaH}^4$. El primero se encuentra muy distribuido en la naturaleza, y existe desde el arcaico hasta la época actual. En el arcaico se presenta combinado al cloruro y fluoruro de calcio bajo la forma de apatita, asociada a óxido de hierro; en el Paleozoico se presenta en los períodos Silúrico, Devónico y Carbónico, en capas o en nódulos esféricos, frecuentemente concrecionadas, acompañados de materias orgánicas (2), que dan a estos fosfatos un color negro o pardo oscuro; en el Mesozoico existe en el Jurásico y Cretácico, y se encuentra también en capas o afecta la forma general de riñones o nódulos de forma irregular de color gris, verdoso o amari-

(1) Loc. cit., pág. 67.

(2) De Launay, loc. cit., pág. 659.

lento. En el Eoceno los fosfatos conservan muchas veces la forma nodular, pero otras se presentan como calizas fosforíticas, de un contenido bajo en fosfato, pero que comprenden, a veces, enormes extensiones. Los fosfatos de fines del Terciario y del Pleistoceno tienden a afectar más bien la forma de fosforitas (1), distribuidas irregularmente en bolsas o nódulos, semejantes a los del Cretácico.

El fosfato tricálcico es insoluble en el agua fría; pero el agua hirviendo le quita un poco de ácido fosfórico, y los transforma en $3[(\text{PO}_4)^2 \text{Ca}^3] + \text{CaOH}^2$. Este fosfato tricálcico forma el 80% de los huesos, y en agricultura se utiliza moliendo los nódulos o apatita y transformándolo en fosfato monocálcico, asimilable por las plantas, por medio del ácido sulfúrico, operación que constituye la industria de los *superfosfatos*.

El fosfato bicálcico es insoluble en el agua pura, pero soluble en el agua cargada de gas carbónico, y se encuentra, principalmente, en ciertas concreciones urinarias.

El fosfato monocálcico se descompone en contacto del agua en fosfato dicálcico y ácido fosfórico, que permite la disolución del fosfato monocálcico. Este fosfato existe en algunos líquidos de la economía animal, que tienen reacción ácida; se le puede obtener tratando la ceniza de huesos por ácido sulfúrico, y es un constituyente importante de los *superfosfatos*.

La solubilidad de los fosfatos notablemente en presencia del anhídrido carbónico, es un punto importante para el caso de los criaderos de Topo Chico, que como he dicho ya, parecen haber sido originados por la remoción, transporte

(1) Dana dice: "The name *Phosphorite* was used by Kirwan for all apatite, but it especially included the fibrous concretionary and partly scaly mineral from Estremadura, Spain."—The System of Mineralogy of James Dwight Dana.—New York, 1911, pág. 764.

y depósito de productos fosfatados, contenidos en los depósitos fosforíticos sedimentarios por aguas circulantes, sin que sea posible fijar todavía la dirección en que circulan estas aguas, es decir, si se trata de depósitos formados *per descensum* o *per ascensum*. La solubilidad del fosfato, bajo diversas formas y a la temperatura y presión ordinarias, es, según Bischoff (1), como sigue:

NOMBRE DEL FOSFATO	Partes de agua saturada con gas carbónico necesarias para disolver una parte del fosfato.
1 Apatita	393,000.
2 Apatita después de sacudir con fuerza la solución.....	96,570.
3 Fosfato de calcio básico, artificial, precipitado.....	1,102.
4 Fosfato de calcio básico artificial precipitado y desecado.	5,432.
5 Fosfato de calcio artificial precipitado, desecado y calentado al rojo.....	13,115.
6 Huesos frescos de res.....	4,610.

Esta solubilidad aumenta con la temperatura y la presión, y es ayudada, además, por la presencia de sales, tales como el cloruro de sodio o clorhydrato de amoníaco y puede efectuarse ya sea directamente sobre el fosfato tricálcico, o bien por el paso de este fosfato a fosfato de amoníaco, pues este último se produce en las condiciones ordinarias de la putrefacción, en las que se produce también anhídrido carbónico, y es bien sabido, que al descomponerse un cadáver, la carne misma suministra fósforo (2), bajo la forma de fosfato de amoníaco, engendrado por la actividad bacteriana.

Las montañas de los alrededores de Monterrey (lám. XLI), están constituidas en la superficie por margas y pizarras, y principalmente, por calizas cretácicas con *Caprinulas* (Ce-

(1) Véase el tratado de Geología química y física del Dr. G. Bischoff "Lehrbuch der chemischer und physikalischen Geologie." Bonn. 1864. Tomo II. 2ª Edición, pág. 242 y también Dr. O. Stutzer, loc. cit., pág. 442.

(2) De Launay, loc. cit., pág. 646 y sig.

rros de La Mitra, La Silla, etc.), abundando en esta región, por consiguiente, el anhídrido carbónico necesario para la disolución de fosfatos, y existiendo, además, en estas calizas fosilíferas, restos orgánicos que pueden contener fosfato, puesto que los seres organizados tienen la propiedad de fijar de las disoluciones diluídas el fosfato y carbonato de calcio que les son necesarios. Esta propiedad tiene gran importancia en los criaderos de fosfato, pues efectúan así los seres organizados una primera concentración, que después, al descomponerse estos organismos, hacen posible una serie de concentraciones, que pueden dar lugar a depósitos fosfatados costeados. En el caso de faunas marinas (1), estas concentraciones han formado concreciones de un contenido hasta de 35% de fosfato tricálcico.

Es, pues, posible que en los criaderos de fosfato de Topo Chico se haya efectuado una remoción y concentración superficial de los detritus orgánicos fosfatados contenidos en las calizas de la región, y sería posible también un acarreo del fosfato que pudiera encontrarse en las capas del Jurásico superior, que con gran probabilidad debe encontrarse debajo del Cretácico que aflora en la superficie. Sería interesante también comprobar la existencia de fosfato en las calizas de la región, por un análisis químico completo de dichas calizas, análisis que aun no se ha hecho. Por otra parte, parece que esta remoción y concentración en los criaderos de fosfato es un hecho más general de lo que se supone: el fosfato disperso en los terrenos o contenido en los detritus orgánicos, tiende a disolverse por diversas reacciones superficiales, buscando siempre formas más estables, y, por consiguiente, menos solubles. Esta disolución se realiza en presencia del gas carbónico, y en una zona poco profunda, se efectúa una precipitación que da lugar a con-

(1) De Launay, loc. cit., pág. 647.

creciones, cuyo tamaño aumenta progresivamente; es un fenómeno semejante al que se produce para el manganeso, en el que se forman nódulos de pyrolusita, y es evidente que en el caso de los fosfatos, el proceso se acentúa en los lugares en los cuales existía de antemano una acumulación especial de fosfato, sobre todo, en presencia del anhídrido carbónico que abunda en los terrenos calizos. Resulta de esta remoción y depósito, toda una serie de yacimientos que presentan caracteres muy diversos, según la naturaleza del material removido, la distancia más o menos grande recorrida durante el transporte de este material, la disposición y clase de las cavidades (poros, fracturas, etc.), en las cuales se ha hecho el depósito.

De Launay divide a los criaderos de fosfato, formados por concentraciones superficiales (1), en tres categorías principales: 1.^a Formación de concentraciones fosfatadas en zonas calizas ya ligeramente fosfatadas (tipos: Carolinas, Florida, Islas del Pacífico). 2.^o Relleno de bolsas y abismos formados de preferencia en los terrenos calizos compactos, pero que se encuentran a veces encajonados en otros terrenos (esquistos, granitos, basalto, etc., tipos: Quercy, Estremadura, Nassau). 3.^o Concentración del fosfato sobre el suelo o en grutas actuales por descomposición directa de materias orgánicas (tipos: grutas del Herault, Argelia, yacimientos de guano ecuatoriales).

Pudieran incluirse los criaderos de fosfato de que me vengo ocupando en el primer tipo, siendo posible, además, que la remoción y concentración de los fosfatos se hayan efectuado por aguas termales (2), de una manera semejante

(1) De Launay, loc. cit., pág. 695 y sig.

(2) La existencia de manantiales termales en la región hace posible esta suposición. El Sr. Ing. J. G. Aguilera, que tomó parte en la discusión de la génesis de estos criaderos cuando fué presentada por mí la nota preliminar de este trabajo en la Asamblea General de Invierno de la Sociedad Geológica

a la que tiene lugar en nuestros depósitos de *tecali* (1), de travertinos o tobas calizas. Así se ha observado, por ejemplo, en las cercanías de Linden, en Tennessee (2), donde aguas termales formaron en la superficie depósitos de tobas fosfáticas parecidas al travertino. En esta localidad americana, se observan fenómenos de remoción y transporte en cierta escala, habiendo sido removidos los fosfatos de las capas devónicas de la región, y depositados en el piso de las cavernas formadas en las calizas silúricas, o por metasomatosis termal, efectuada en las calizas carbónicas de la región o bien habiendo sido depositados por aguas termales, como ya dije. Muchos de los depósitos de fosfato de Bélgica se formaron por una lexivación de los detritus orgánicos fosfatados, seguida de una concentración del fosfato. En esos depósitos se supone la existencia de pequeñas cantidades de fosfato esparcidas en la masa de la roca, por descomposición, alteración y disolución de las calizas cretácicas, que mecánicamente se enriquecieron en fosfato.

Para el caso de los criaderos de fosfato del Cerro de Topo Chico, en los alrededores de Monterrey, quedan como un motivo de investigación futura, los siguientes puntos:

Comprobar si las calizas de la región son ligeramente fosfatadas, lo que fácilmente podrá hacerse por un análisis químico completo de dichas calizas.

Mexicana, hizo notar la presencia en el Cerro de Topo Chico de criaderos de plomo en conexión con rocas ígneas, y sugirió la idea de que estas rocas hubiesen originado apatita en su zona de contacto, la que más tarde hubiese sido llevada a la superficie por conducto de aguas juveniles.

(1) Los yacimientos de tecali de los alrededores de Tequisistlán, Distrito de Tehuantepec, E. de Oaxaca, por T. Flores, *Bol. Soc. Geol. Mex.* México, 1909, T. VI, pág. 76.

(2) Véase Dr. O. Stutzer, loc. cit., pág. 441 y "The Tennessee Phosphates" by Charles Willams Hayes.—*United States Geol. Survey Sixteenth Annual Report*, 1894-95, Part IV. Washington, 1895, pág. 610 y siguientes.

Determinar la dirección que siguieron las aguas circulantes que formaron estos depósitos, es decir, si fueron formados por un proceso *per descensum*, y contrario, por consiguiente, al proceso *per ascensum*, que corresponde a la mayor parte de los criaderos metálicos. Este punto podrá resolverse al continuar para abajo los trabajos y obras de exploración que se están llevando a cabo en los depósitos a profundidad.

Investigar, por último, si estos criaderos tienen un carácter enteramente local o si son frecuentes en las calizas mesocretácicas tan comunes en nuestro país, en cuyo caso estos criaderos pudieran tener cierta importancia económica. Esto podrá observarse en nuestras futuras excursiones por las sierras cretácicas mexicanas, sobre todo ahora que ya es conocida la forma en que se presentan estos depósitos, que fueron confundidos al principio con minerales de zinc.

Entretanto, este corto artículo, que tengo el honor de presentar ante nuestra Sociedad, no tiene más objeto que señalar la presencia de criaderos de fosfato en las calizas de la Sierra Madre Oriental, criaderos hasta hoy poco estudiados y conocidos, los cuales, quizá más tarde, con futuras exploraciones y a la luz de nuevas investigaciones, pudieran tener alguna importancia económica para la agricultura nacional.

México, febrero de 1914.

