

## Informe sobre la Excursión a Cundinamarca y Boyacá

*efectuada por los alumnos de la Escuela, del 22 de junio al 17 de julio de 1929.*

En el número 28 de estos Anales aparecieron los informes correspondientes a la geología de la Cordillera Oriental; en el presente número aparecen otros informes de los estudiantes que formaron parte de la excursión, sobre algunos de los principales lugares visitados.

ROBERTO WOKITTEL,  
Profesor-Director de la Excursión.

INFORME SOBRE LAS MINAS DE HIERRO DE PACHO.—El hierro, tercer factor de la civilización moderna, se halla repartido en enormes cantidades en la corteza terrestre. Las naciones más ricas en este metal son: EE. UU., que produce anualmente 80 millones de tons.; Brasil con sus grandes minas de hierro sedimentario; Suecia y otros. Colombia, aunque no es uno de los países más ricos, sí tiene la cantidad suficiente para su abastecimiento y tal vez para exportación. Se ha calculado que las existencias de minerales conocidos, explotables, ascienden a unos 480.000 m<sup>3</sup>, con un porcentaje de 52 a 60% (datos tomados del libro "The Mineral deposits of South America" por Miller and Singewald). Estos datos parecen demasiado bajos, pues según los cálculos del Dr. Lleras Codazzi, solamente en Calera hay cerca de medio millón de tons. de mineral.

Por el momento podemos hacer notar que Colombia no tiene el consumo necesario para justificar el establecimiento de una ferrería moderna, pues por los estudios del Dr. Antonio J. Uribe "Explotación de las riquezas naturales", costaría más de 30 millones de dólares, careciendo además del personal técnico necesario. Para la exportación, los yacimientos de hierro tienen una situación muy desfavorable, debido a las grandes distancias a los puertos de exportación. Faltan, además, buenas vías de comunicación y fletes bajos. Tal vez en un futuro más o menos lejano, puedan variar las condiciones para este ramo de la indus-

tría, ya que Colombia tiene las existencias de carbón más grandes de toda la América del Sur. Como es sabido, el carbón es indispensable para la industria siderúrgica. Cuenta también con grandes fuerzas hidráulicas.

En Colombia se han montado ya 4 ferrerías que dieron buenos resultados en cuanto a la calidad del hierro producido, pero en la actualidad no funciona ninguna reduciendo minerales; la de Amagá (Antioquia) de 4 años a esta parte se ocupa únicamente en refundición de hierros viejos.

Los lugares en donde se han fundado ferrerías, son:

a) Samacá, en el Dpto. de Boyacá, montada en 1860, constaba de un horno alto, un horno reverberatorio y otro de pudelar; la empresa dejó de existir en 1880.

b) Pradera, en el Dpto. de Cundinamarca, tenía un horno alto con capacidad de 30 quintales en 24 horas. Los primeros rieles usados en el F. C. de la Sabana fueron fabricados en esta ferrería.

c) Pacho, a 25 kmtos. de Pradera. Allí funcionó por espacio de veinte años una ferrería que produjo el hierro maleable de la mejor calidad, pero la falta de vías de comunicación, el costo de acarreo de los minerales y otros inconvenientes la hicieron fracasar.

d) Amagá, en el Dpto. de Antioquia. Actualmente se ocupa en refundir hierro viejo.

Los yacimientos explotados en la Cordillera Oriental son de origen sedimentario y se encuentran estrechamente asociados con capas de carbón y cal en bancos y concreciones de ematita, limonita y siderita en la formación cretácea.

Además de los yacimientos explotados, existe hierro en otras localidades como en la Calera, en donde se calcula que hay medio millón de metros cúbicos de mineral (limonita en parte cavernosa), Caldera, la Ovejera, Riohacha, Roldanillo, etc.

**YACIMIENTOS DE HIERRO DE PACHO.**—La región de Pacho es bastante rica en minerales de hierro.

Los yacimientos se encuentran en la parte superior del cretáceo, en el piso de Villeta. Las formaciones geológicas de la región pertenecen al cretáceo y al cretaterciario. Afloran allí los pisos de Guaduas en la parte alta, conteniendo carbón; de Guadalupe, también en las partes altas y en las laderas; y el de Villeta en el valle y sedimentos cuaternarios.

Estos pisos están caracterizados:

a) El de Guaduas por intercambio de areniscas, letten, pizarras y capas de carbón.

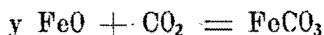
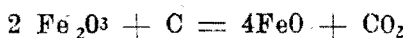
b) El de Guadalupe por areniscas duras que forman paredes verticales.

c) El de Villeta por pizarras, cales y minerales de hierro y además por la existencia de muchos fósiles. Los yacimientos de cal y hierro se encuentran en el límite entre los pisos de Villeta y Guadalupe, atribuyéndolos algunos al piso de Guadalupe.

d) Los depósitos sedimentarios cuaternarios son cascajos y arenas en parte compactados y cementados, que forman terrazas a lo largo del río Negro y sus afluentes de la región.

Los yacimientos de Pacho son discontinuos debido a las erosiones y probablemente a dislocaciones. Los minerales se encuentran en bancos entre pizarras y areniscas con un espesor hasta de 4 m. Estos minerales son: siderita, rodocrocita, limonita y hematita, predominando este último con un porcentaje mayor de 53%.

TEORIA DE LA FORMACION DE LOS YACI-MIENTOS DE HIERRO.—Como se dijo, los yacimientos de hierro de Pacho son sedimentarios más o menos metamorfoseados. El modo como se formaron es el siguiente: Las plantas, durante su crecimiento, descomponen el aire atmosférico, absorbiendo carbono y desprendiendo oxígeno. Al destruirse, el carbono es de nuevo oxidado en su mayor parte, produciendo  $\text{CO}_2$  en el suelo que es un gran solvente de muchos de los minerales que constituyen las rocas. Además se forma una capa vegetal que contiene ácido húmico y en la raíz de las plantas varias clases de ácidos, tales como el pícrico, que ayudan al  $\text{CO}_2$  en su acción destructora de las rocas. De este modo, la vegetación, durante su vida y principalmente al destruirse, ejerce una acción química constante sobre el suelo y las rocas, cambiando las sustancias existentes en nuevas sustancias, muchas de ellas solubles y que por lo tanto pueden ser acarreadas por las aguas. Es precisamente lo que ocurre con los minerales de hierro: las rocas que lo contienen, atacadas por los agentes atmosféricos y los antes mencionados, forman óxidos de hierro que si se combinan con arcilla dan el ocre rojo, que vemos constantemente en nuestros terrenos. Como al destruirse la materia orgánica, se crea una atmósfera oxidante, el oxígeno transforma los óxidos férricos en ferrosos, que a su vez, forman con el  $\text{CO}_2$  carbonato (siderita). Las reacciones químicas pasan del modo siguiente:



Ahora, el carbonato es soluble en agua que contenga  $\text{CO}_2$  y como éste está siempre presente en mayor o me-

nor cantidad, los compuestos de hierro son disueltos y transportados a otros lugares. De este modo, el óxido férrico que es insoluble, por medio de la materia vegetal, se convierte en carbonato soluble y es transportado a otros lugares tales como pantanos, lagos, estuarios, etc., que tengan pequeñas conexiones al mar. En estos lugares hay condiciones propicias para una concentración de las soluciones, dando origen a depósitos enormes de minerales de hierro. Estos depósitos pueden ser de siderita, pero en el caso de que en esos lugares haya una atmósfera oxidante, el carbonato puede ser disuelto formando de nuevo la limonita:



Puede hacerse notar, además, que bajo la acción de ciertos microorganismos, el estado ferroso puede ser cambiado en las células de estos pequeños animalitos al estado férrico. Parece que este es el modo como se formaron los yacimientos de Pacho en donde se reúnen las condiciones antes mencionadas, es decir: una vegetación grande al rededor del mar, que más tarde dió lugar a la formación del carbón y un mar que se fué retirando lentamente, la presencia de carbonato ferroso y la situación de los yacimientos en capas de areniscas y pizarras. Los estratos naturalmente han sufrido la acción metamórfica transformando la limonita en hematita. Según esta teoría se debe encontrar hierro en el mismo horizonte geológico, entre Guadalupe y Villeta, lo cual está de acuerdo con la existencia de yacimientos en Pradera, Calera, Samacá, Caldera y otros lugares.

**LA FERRERIA.**—Al rededor del año de 1875, se fundó, por iniciativa del señor Jorge Bunch, una ferrería para la reducción de los minerales explotados en la región de Pacho. En esta importante empresa se produjo durante 20 años hierro maleable de la mejor calidad. Constaba de un horno alto para la reducción de los minerales, un horno reverberatorio y otro de pudelar y un depósito para los minerales. El aire era suministrado al alto horno por medio de un soplador movido por la fuerza que proporcionaba el río Negro, fuerza que es relativamente grande, debido al desnivel considerable de las aguas. Existe además una ventaja para la reducción de los minerales y es la presencia de la calcita en la ganga.

El procedimiento empleado para producir el hierro maleable era el del pudelaje, que como es sabido, da muy buena calidad de hierro. El acarreo del mineral se hacía en carros tirados por bueyes y el carbón era transportado en bueyes y mulas.

De esta importante industria sólo quedan hoy las ruinas de los en otro tiempo florecientes talleres.

Por lo que respecta a la situación del establecimiento, parece mal escogida, pues los minerales hubieron de ser transportados en distancias mayores de 1 knto. en el primer yacimiento que encontramos y hasta de varios kntos. en los otros. Mejor hubiera sido establecerla cerca al yacimiento más grande. Además, tropezó esta industria con la dificultad del transporte, pues era necesario transportar el hierro por medio de mulas. Por este motivo no pudieron fundirse piezas grandes.

Según nos contó el Admor. de la hacienda, el motivo por el cual se suspendieron los trabajos fué el reclutamiento de los obreros por un general de la revolución en el año de 1895; el dueño, enojado por esta injusticia, suspendió los trabajos y prometió no volver a montar la ferrería ni dejarlo hacer mientras él viviera y se retiró a París. Después de su muerte, parece que los herederos optan por seguir la misma política.

En el caso de establecerse una empresa moderna, lo más aconsejado es montarla en el yacimiento mismo, construir una carretera desde el establecimiento a empatar con la de Pacho-Zipaquirá y transportar el carbón por medio de cables.

*Antonio Velásquez Rpo.*