

CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE

**LAS CALIZAS Y CALES DE CONSTRUCCION, Y PROCEDI-
MIENTO GENERAL PARA EL ANALISIS QUIMICO
DE LAS PRIMERAS.**

I.

(Continuacion)

Por distinto camino han sido hallados los mismos resultados. Si colocamos por algun tiempo en un frasco arcilla desecada y añadimos sobre ella agua de cal, ó sea una disolucion de cal viva en agua, notaremos que despues de un periodo mas ó menos largo, el agua no presenta ya los caracteres que la cal le comunicaba, porque esta se ha separado de su union con ella para establecer otra con la arcilla: si en vez de esta ponemos sílice gelatinosa, sucede lo mismo aunque menos completamente: la alúmina separa tambien algo de cal, pero el óxido de hierro, el de manganeso y la magnesia no causan alteracion sensible; lo cual nos demuestra que la arcilla, la alúmina y la sílice tienen mas afinidad con la cal que esta con el agua y que se combinan con ella para formar un compuesto insoluble. Resulta, pues, del conjunto de todos estos ensayos, que la sílice basta para formar con la cal una masa hidráulica; que la magnesia sola forma cales áridas no hidráulicas; que la alúmina forma cales grasas no hidráulicas; que ambas en ciertas proporciones, unidas con la sílice y la creta forman las mejores hidráulicas; finalmente, que los óxidos de hierro y manganeso lejos de tener la importancia que en algun tiempo se les asignó son, ya que no perjudiciales, por lo menos inertes. Esto supuesto, parece evidente que la hidráulicidad resulta de la combinacion por la accion del fuego de la cal con la sílice y la alúmina, formando silicatos de alúmina y de cal con exceso de base, los cuales tienen la propiedad, en contacto del agua, de formar un silicato hidratado insoluble, al que se une el hidrato de la base en exceso, que luego pasa á carbonato por la accion del aire. Asi que podemos considerar á una cal hidráulica como mezcla, quizá combinacion, de silicato de cal hidratado, silicato de alúmina ó magnesia tambien hidratado, hidrato cálcico y carbonato cálcico.

Muy recientemente, los Sres. Malaguti y Durocher han presentado á la Academia de Ciencias de Paris una memoria que tiene por objeto el estudio de la resistencia que los morteros hidráulicos oponen al agua del mar y en ella tratan de probar que el óxido de hierro no es inerte en las cales hidráulicas, sino que desempeña un papel importante. Fúndase principalmente en que aquellas que mas óxido férrico contienen; son las que mas resisten

á su destruccion bajo el agua del mar. Algunos esperimentos que citan cuyo resultado, dicen, ha sido formarse un cuerpo mas duro y homogéneo, bajo el agua de cal, cuando en ella se colocaban mezclas préviamente calcinadas al rojo oscuro, de sílice, un poco de cal, alúmina y óxido de hierro, han comprobado en su opinion la exactitud de la eficacia del hierro. En vista de estos trabajos ha presentado algunas observaciones Mr. Vicat, demostrando que el óxido de hierro no influye en la resistencia que los morteros y cales pueden ofrecer al agua del mar y se funda en que hay cementos que como el de Cahors es indestructible y contiene 5,50 de óxido férrico, y otros que como el de Gaertay es eminentemente destructible y contiene 5,90 del mismo óxido, ademas que todas las puzolanas artificiales que se fabrican con arcilla blanca resisten á la destruccion y no contienen nada de hierro ó cuando mas no pasa de 1 á 2 por 100.

Atendidas estas razones experimentales, creemos con Vicat que el óxido de hierro no ejerce una influencia inmediata en la mayor ó menor hidráulicidad de las cales; al menos hasta ahora no hallamos razones suficientes en contrario.

En la naturaleza se encuentran calizas mezcladas con proporciones considerables de arcilla (margas) que por una coccion moderada dan cales hidráulicas de todas clases: entre ellas la variedad mas notable es aquella en que la arcilla forma un 35 á 40 por 100 y que dejamos dicho constituye los cementos. Las calizas magnesianas, (dolomias) siempre que la magnesia no sea en extremo abundante, pueden tambien por coccion producir medianas cales hidráulicas. Finalmente, las cales grasas mezcladas con algo de carbonato cálcico, y los fragmentos de caliza que salen de los hornos sin estar bien descarbonatados, á que llaman *huesos* los caleros, tienen tambien la propiedad de endurecerse bajo el agua á la manera que las cales hidráulicas.

En España tenemos, como en todos los paises, calizas de cales hidráulicas bastante buenas, y á continuacion presentamos el análisis de algunas de las mas notables, que se encuentra consignado en la traduccion del *Cours élémentaire de Chimie de Regnault*, y ademas el de una que puede servir de tipo para las mejores calizas de cal grasa; consignado en la misma obra.

1.º CALIZA DEL CERRO DE GUADALAJARA.

Carbonato cálcico.	99,22
Peróxido de hierro y magnesia.	0,50
Cuarzo y arcilla.	0,28
	<hr/>
	100,00
	<hr/>

2.º CALIZA DE TORRECILLA. (Logroño.)

Carbonato cálcico.	80,50
Peróxido de hierro y magnesia.	2,56
Arcilla y sílice.	15,50
Agua.	2,04
	<hr/>
	100,00
	<hr/>

5.º CALIZA DE SAN SEBASTIAN. (1.ª calidad.)

Carbonato cálcico.	69,21
Peróxido de hierro y magnesia.	5,60
Arcilla y sílice.	23,76
Agua.	5,45
	<hr/>
	100,00
	<hr/>

La caliza de la 1.ª análisis produce una excelente cal grasa, pues es casi carbonato cálcico puro: la 2.ª análisis es de una caliza que produce una cal medianamente hidráulica, finalmente la 3.ª produce una cal eminentemente hidráulica próxima á un cemento.

En el día se fabrican cales hidráulicas artificiales de excelente calidad haciendo mezclas en diversas proporciones de creta y arcilla y sometiendo el resultado, íntimamente unido, á la cocción en hornos á propósito, de la misma suerte que si fuese una caliza natural la que hubiésemos de calcinar.

Cuando mezclamos una cal hidráulica natural ó artificial con arena y suficiente cantidad de agua, constituimos un *mortero hidráulico*. Pero no son estos resultados siempre producto de la union de cales hidráulicas con arena, sino que pueden obtenerse por medio de otras mezclas diferentes: la cal grasa no hidráulica mezclada no ya con arena, sino con un producto volcánico encontrado por primera vez en Puzzolo, cerca de Nápoles, por lo que se le denominó *puzzolana*, goza la propiedad de convertirse en una excelente cal hidráulica. Este era el mortero empleado por los Romanos en sus grandes construcciones hidráulicas. La poca abundancia de la *puzzolana*, de que en Olot tenemos en España bastantes cantidades, hizo ensayar diferentes otras sustancias y se ha visto que sirven igualmente los ladrillos pulverizados, la arcilla cocida, las tejas, vidriado ordinario y los productos volcánicos conocidos con el nombre de tobas etc. etc. Todas estas sustancias sumergidas en el agua de cal se apoderan de esta formando con ella una combinación insoluble, así como digimos antes para la arcilla solamente en lo cual está fundado su uso. La arena, según opinión de la mayoría de los químicos, no

contribuye para nada á la hidráulicidad de las cales con quienes se mezcla; sin embargo, Mr. Vicat cree que aumenta esta propiedad y siendo su autoridad de tanto peso en este asunto, estamos autorizados para dudar y suspender nuestro juicio entre ambos extremos hasta que nuevos ensayos aclaren la cuestión. Tanto en un caso como en otro quede sentado que la acción adhesiva del mortero hidráulico, depende de la formación de un silicato hidratado de cal y alúmina ó magnesia mezclado con hidrato cálcico, que pasa después á carbonato aumentando la consistencia.

De todas las ideas generales hasta aquí expuestas podemos deducir algunas útiles consecuencias que nos servirán de punto de partida para proceder con seguridad en nuestras investigaciones analíticas, único objeto que al recordarlas nos hemos propuesto. Veamos cuales son estas consecuencias.

1.ª La composición mas frecuente en las calizas mas complejas es: carbonato cálcico, carbonato magnésico, carbonato ferroso, carbonato de manganeso, arcilla, cuarzo ó arena y agua.

2.ª Para que una caliza pueda utilizarse como tal, debe contener por lo menos un 50 por 100 de carbonato cálcico.

3.ª Para que una caliza produzca buena cal grasa debe contener por lo menos un 90 por 100 de carbonato cálcico.

4.ª Para que una caliza produzca cal hidráulica debe contener por lo menos 40 por 100 de arcilla.

5.ª Para que una caliza produzca un cemento debe contener por lo menos 50 por 100 de arcilla.

6.ª Cuando la arcilla pasa del 55 por 100 debe desconfiarse de la cal y abstenerse de emplearla como hidráulica.

7.ª La arcilla es la sustancia mas á propósito para dar la propiedad hidráulica á las cales, porque en ella se hallan la sílice y la alúmina en las mejores condiciones para su union con la cal.

Y 8.ª Los óxidos metálicos de hierro y manganeso son inertes para este caso y aun pueden considerarse como perjudiciales.

Esto supuesto, vamos á pasar á indicar los procedimientos analíticos mas generales y sencillos que pueden ponerse en práctica para escoger con acierto una caliza, fundados en conocimientos científicos, según las propiedades que en ella deseamos reunir. Esto será objeto de la segunda parte de este artículo.

II.

De inmenso interes es para el ingeniero analizar las calizas de que ha de valerse en las construcciones, porque de esto deducirá la

mayor ó menor bondad de las cales que pueden producir, y podrá tambien hallar en las inmediaciones de los puntos en que ha de levantar las obras, bancos de esta sustancia que le proporcione un material precioso, librándole del gasto que ocasionaria hacerle venir de otros puntos distantes. La poca práctica en las operaciones analíticas y la idea que por esta misma causa se forma en nuestra mente de su dificultad, hace que haya sido este asunto algun tanto descuidado. Para demostrar la inexactitud de su dificultad, si nos limitamos solo al analisis que para las aplicaciones necesitamos, y para escitar á practicarlo, es para lo que vamos á esponer los procedimientos mas sencillos y al alcance de todos, que pueden ponerse en práctica para llegar al objeto deseado. Vamos á indicar procedimientos generales para analizar las calizas, pero fácilmente se concibe que estos deben ser distintos segun las circunstancias accidentales de la sustancia que hemos de examinar: necesitaríamos por consiguiente indicar tantos medios cuantos pueden ser los casos diferentes que se nos presentasen, lo cual seria escusado si recayesen nuestras investigaciones sobre un cuerpo de composicion constante ó definida; pero no sucede asi y por consiguiente tenemos que partir de una suposicion. Supondremos que hemos de analizar una caliza cuyo exámen físico nos haga sospechar en ella la composicion mas complicada que por lo general presentan, y de esta manera comprenderemos el mayor número de casos posible, siendo fácil modificar el procedimiento cuando sea diferente el número de sus factores.

Pero aun queremos simplificar mas: cuando un ingeniero halla una roca que sospecha por sus propiedades físicas sea caliza, lo primero que necesita es asegurarse por medios químicos de que en efecto lo es; esto lo conseguirá buscando en ella el carbonato calizo y averiguando la proporcion en que se encuentra. Una vez asegurado de que en efecto era caliza la sustancia examinada, se suscita inmediatamente otra cuestion que es la de los usos á que podrá destinarse; y como segun dejamos indicado esto depende de su composicion y especialmente de las proporciones relativas de carbonato cálcico, arcilla y demas cuerpos que contiene, se ve en la necesidad de determinarlas. Asi es que en primer lugar describiremos el medio de averiguar la presencia del carbonato cálcico, de la arcilla y demas cuerpos, sin especificarlos, puesto que no es necesario, y de fijar sus proporciones; operaciones que comprendemos bajo la denominacion de *ensayo*.

Pero si en la mayoria de los casos basta con esto, no dejan de ocurrir con frecuencia otros en que no es suficiente el conocimiento que de la sustancia podemos adquirir por medio del ensayo de que hablamos en el párrafo

anterior, sino que es indispensable averiguar la naturaleza de todos los cuerpos que se hallan en la caliza y las proporciones de cada uno de ellos. Para esto es preciso poner en juego medios mas delicados y poseer algunos mas conocimientos en química, pero la resolucion tampoco es difícil porque recaen ya nuestras investigaciones sobre una sustancia conocida y de composicion poco variable en general. En este caso indicaremos tambien el procedimiento que podremos adoptar como mas sencillo, tanto para averiguar los elementos todos que en la caliza se hallan, como para valuar sus cantidades; y al conjunto de estas operaciones le denominaremos *analisi*.

Reconocida la composicion de las calizas, conoceremos sus propiedades despues de sufrir la calcinacion y podremos con acierto emplearlas.

Ensayo de las calizas.

Siempre que tratamos de averiguar la naturaleza de un cuerpo cualquiera, lo primero que debemos hacer es examinar detenidamente sus propiedades físicas, porque arrojan mucha luz sobre su composicion. En el caso que nos ocupa, este exámen es de mucho interes, pues en el mayor número de casos basta él solo para hacer conocer á aquel que tenga alguna práctica en el reconocimiento de sustancias minerales, si la roca que estudia es una caliza; y aun puede hacerle sospechar, con grandes probabilidades de acierto, si contiene hierro, magnesia, manganeso, arcilla y sílice; lo cual le facilita mucho las investigaciones ulteriores y le traza el camino que en ellas debe seguir. Entre estos ensayos físicos no debemos olvidarnos del peso específico: se ha observado que las mejores calizas tienen 2,5 á 2,7 de densidad.

Una vez que los caractéres físicos nos hayan dado una casi completa seguridad de que el cuerpo que examinamos es una caliza, tenemos que recurrir para adquirir certeza á los caractéres químicos. Debemos en primer lugar averiguar la presencia del ácido carbónico y esto es sumamente sencillo. La facilidad con que este ácido se desprende de sus combinaciones en presencia de uno mas energético en aquellas circunstancias, nos suministra medios para reconocerle fácilmente en donde quiera que se encuentre. Todo se reduce á tomar una pequeña porcion de la sustancia que examinamos y poniéndola en una copa ó mejor en un tubo cerrado por uno de sus extremos, añadir encima unas gotas de ácido clorhídrico del comercio: en el momento que ambas sustancias se ponen en contacto, se produce, si hay ácido carbónico, una viva efervescencia debida á su desprendimiento en estado gaseoso. Podemos asegurarnos de que el gas desprendido es

ácido carbónico y no otro alguno por medios sencillísimos: 1.º manteniendo suspendida sobre la copa ó tubo donde hagamos el experimento una tirita de papel azul de tornasol húmedecida ó una flor de malva también húmeda, tanto la una como la otra se enrojecen débilmente y separadas despues de aquel lugar, recuperan su primitivo color: 2.º tapando la copa ó tubo con un corcho taladrado y en cuyo taladro hayamos ajustado exactamente un tubito de cristal encorvado para que el extremo opuesto al del corcho pueda introducirse en agua de cal, ó en una disolucion de sal de saturno en agua destilada; en uno y otro caso al atravesar el gas que se desprende del tubo por la disolucion, esta se pone lechosa aumentando cada vez mas la turbidez: si en esta disolucion añadimos unas gotas de ácido nítrico puro, el agua vuelve á quedar cristalina: 3.º poniendo una cerilla encendida en la boca de la copa ó tubo donde se encuentra la sustancia, se apaga inmediatamente. Despues de estas pruebas no puede dudarse de la presencia del ácido carbónico.

JULIAN CASAÑA.

(Se continuará.)

INFORME

de la comision nombrada por el Gobierno para examinar el sistema de señales eléctricas del Señor Fernandez de Castro.

Illmo. Señor:

Esta comision nombrada para informar acerca del sistema de señales eléctricas para evitar los accidentes en los caminos de hierro, presentado al Gobierno de S. M. por el Ingeniero del Cuerpo Nacional de minas D. Manuel Fernandez de Castro, tuvo el honor de manifestar á V. I. en 31 de julio último los felices resultados obtenidos por el citado Ingeniero, al ensayar su sistema en presencia de la misma en uno de los salones del laboratorio de la Escuela de minas. Entonces, asi como la primera vez que tuvo el placer de examinar la memoria y planos en que el Sr. Fernandez de Castro desarrollaba su sistema, escuchando las esplicaciones aclaratorias del inventor, la comision no pudo dudar de la exactitud y precision del sistema, ni del brillante éxito que debia coronar su aplicacion, sin embargo, fué parca en elogios y esperó el momento de la realizacion de sus creencias. Este dia llegó por fin: la victoria del ingeniero Castro ha sido completa y á nosotros nos cabe la honra de ponerla en conocimiento de V. I. No obstante, esta victoria no se ha obtenido sin vencer antes algunas dificultades, que ciertamente hubiesen desconcertado á otros que no contasen con la fuerza de ánimo, la conviccion profunda de la utilidad del sistema, y con la copia de conocimientos que reúne en sí este Ingeniero.

Cuando se verificaron los primeros ensayos que hemos citado, en la Escuela de minas, el Señor Fernandez de Castro se proponía que el gran cir-

cuito formado por un tren, el conductor aislado y la tierra, y cerrado por el obstáculo que se opusiera á la marcha fuese recorrido por la corriente inducida del multiplicador de Rhumkorff; porque teniendo esta corriente todas las propiedades de la electricidad estática, su tensión hacia menos temibles los inconvenientes que hubiera podido producir la falta de un contacto perfecto con el conductor aislado y la tierra: todas las pruebas hechas en pequeño parecian justificar la eleccion, cuando un fenómeno enteramente nuevo observado en el primer ensayo en grande, vino á cambiar la disposicion adoptada, porque repelidos aquellos varias veces, el resultado fué siempre el mismo y dió á conocer un hecho constante en los multiplicadores de induccion, hecho que hasta cierto punto hacia peligroso el empleo del circuito inducido.

Uno de los curiosos fenómenos del aparato de Rhumkorff de que no se ha hecho mencion, sino hace muy poco tiempo, despues de empezados los ensayos, y que habia tenido ocasion de observar Castro en el curso de sus trabajos, es la diferente tension de los dos polos del aparato, diferencia que llega hasta el punto de que en el exterior se provoca una chispa al aproximar un cuerpo aislado al paso que puede tocarse el polo interior sin percibir apenas la menor sensacion. Fundado en este experimento, bastaba solo, al parecer, introducir el aparato de alarma en el *reóforo* que uniera el polo interior con el *conductor general* para que no hubiese produccion de chispa sino en el momento de cerrar el circuito; sin embargo, asi dispuesto no sucedió como se esperaba, y nuevos experimentos demostraron que siempre que el polo interior del aparato de Rhumkorff se pone en contacto con un cuerpo aislado de gran estension produce los mismos efectos que el polo exterior; circunstancia que en su concepto dá el medio de hallar la teoria de la diferente tension de los dos polos del multiplicador.

Limitándose solo á los hechos resulta, que con la corriente inducida se produce una señal aunque no haya circuito cerrado, cuando la tension es demasiado fuerte, y aunque los pistoletes de Volta y demas aparatos de alarma de Castro estan dispuestos de modo que puede graduarse el salto de la chispa segun la tension de los aparatos, no ha creído el inventor del sistema que debiera este esponeerse á faltar, empleando un medio eventual que depende de una cosa tan difícil de obtener, como es la graduacion de una corriente cuya intensidad y tension puede variar por tantas causas.

Aunque esta dificultad no podia preverse porque provenia de un fenómeno desconocido que no habia habido ocasion de observar, y cuyo descubrimiento hubiera sido por sí solo una ventaja debida á estos ensayos; Castro estaba preparado para el caso en que se presentasen otras mayores aun y como habia anunciado en la memoria que presentó á la comision, en el momento en que se convenció de los inconvenientes de hacer entrar el *conductor general* y la tierra en el circuito estático ó inducido pensó en sustituirlo con el dinámico ó inductor, dejando el primero únicamente para el aparato de alarma. Este medio, despues de probado el contacto perfecto del fleco con el alambre conductor, y del carruage con la tierra era infalible; pero hubiera sido menester usar pilas á propósito y capaces de hacer llegar la corriente con