

JABALCUZ

ESTACIÓN HIDROMINEROTERMAL Y CLIMÁTICA DE MONTAÑA

LO QUE ES Y LO QUE VA A SER
MEDIANTE LA GESTIÓN DE
LA COMPAÑÍA

Aguas de Jabalcuz

SOCIEDAD ANÓNIMA



HIDROTERAPIA - CLIMATOTERAPIA - DEPORTES
EXCURSIONES



TIPOGRAFÍA ARTÍSTICA

CERVANTES, 28. - MADRID

1925

1957

A GUISA DE PRÓLOGO

Trabajo y constancia convierten las hojas del moral en seda.

(Prov. persa.)

AL presentar al público este libro, dirigido a demostrar la extraordinaria importancia de las condiciones naturales de las aguas de JABALCUZ y de su admirable emplazamiento, juntamente con el plan técnico y financiero de ampliaciones, mejoras y desenvolvimientos que han de convertir el hoy modesto y desapercibido diamante en la refulgente joya de una verdadera *Ville d'eau* andaluza (tan interesante desde el punto de vista terapéutico para España entera, como desde el de gratísima residencia veraniega para los habitantes de Jaén, Córdoba y Granada), séame permitido el honor de encabezar los concienzudos y sabios estudios que le componen y en los que he puesto a contribución las últimas elucubraciones de la Ciencia, con estas breves palabras, explicación de la empresa que me propongo y a guisa de prólogo de este trabajo.

Por temperamento y por convicción pertenezco, dentro de mi modestia, a la clase de hombres que profesamos un culto al trabajo intenso y perseverante; que enmarcamos nuestra vida entera en un cuadrilado de actividades febriles; *místicos del hacer*, enamorados de toda labor constructiva en aras de ideales tan santos como el engrandecimiento de cuanto nos rodea, individual o colectivo, familiar o público, de la patria chica o de la Patria.

Desde mi paso por la Alcaldía de Jaén, hace más de treinta años, abriendo la calle del Progreso, transformando la plaza del Deán Mazas e imponiendo la plantación de árboles en todas las vías y plazas comprendidas en su recinto; desde mi estancia en la Dirección General de Agricultura, realizando la reorganización de los servicios agrónomos del Estado, llevando a efecto la división regional agrícola, fun-

dando las Granjas-escuelas de la región catalana en Barcelona, de la de Castilla la Nueva en la Moncloa y de la de Andalucía oriental en Jaén, hasta mis actuaciones como Alcalde de Madrid, creando el Asilo-escuela de *golfos* en Alcalá de Henares, la enseñanza de la esgrima en la Paloma, el Parque popular de la Arganzuela en los barrios bajos, la puerta de Felipe IV en el Retiro y la plaza de España sobre los solares del antiguo cuartel de San Gil, y hasta mi actuación como Ministro de Instrucción Pública, creando las Delegaciones Regias provinciales de Bellas Artes, que tanto bien hacen y pueden hacer en provecho de nuestro inapreciable patrimonio artístico nacional, y el proyecto de cerramiento del Palacio de Carlos V en la Alhambra y de la instalación en él de un Museo de Arte árabe-español, y la creación del Museo provincial de Jaén y el Museo-Archivo del Teatro Real, y la restauración del Monasterio del Paular, y la confección del proyecto de ley de Autonomía universitaria y su lectura oficial ante el Senado, son todo ello paralela y simultáneamente desenvuelto a mis empresas de riego del Rincón de San Ildefonso y a la construcción de dos saltos y dos centrales eléctricas, por mí llevados a efecto en el Guadalquivir, como jalones de una intensísima carrera de trabajo que, si modesta como mía, está al menos impulsada por febriles intenciones del bien y por santos amores patrióticos.

Al poner mano ahora en la magna empresa de transformar el interesantísimo Establecimiento de Jabalruz en un Balneario a la moderna, que a la vez de ser lugar de alivio a humanos dolores por las maravillosas dotes terapéuticas de sus aguas, encierre los precisos elementos de comodidad, bienestar y recreo veraniegos para las diversas clases sociales de Jaén y sus provincias limítrofes, me siguen animando, por fortuna, y a pesar de las frialdades y desengaños propios de los años, muy por encima del interés particular, aquellos otros estímulos que me han impulsado y sostenido toda la vida y sin los que ninguna obra humana llega a feliz término ni menos puede tener el cautivador aroma de puros altruismos, que en el presente caso se compendian en dos: honrar la memoria del que, adquiriéndolo, supo ver antes que nadie en Jabalruz lo que de él puede lograrse, del ciudadano modelo, del cristiano viejo, que por ser padre de mi mujer lo ha sido mío, y a procurar a Jaén, mi amado pueblo natal, un timbre más que le honre, le aproveche y le enaltezca entre los infinitos que atesora nuestra adorada España.

José DEL PRADO Y PALACIO.

PREFACIO

EXCMO. SR. MARQUÉS DEL RINCÓN DE SAN ILDEFONSO.

Mi distinguido amigo: Me pide usted que haga un corto prefacio para la interesante Monografía dedicada a explicar al público médico y al profano *lo que es y lo que va a ser la Estación hidro-mineral-termal y climática de Jabalruz*, y accedo con gusto a ese ruego que me distingue y me honra.

Muy necesitada anda en España la industria hidrológica de la labor por usted emprendida, y digo *industria* intencionadamente, porque entre los varios y múltiples aspectos que tiene la utilización de las fuentes minerales, además del de excepcional importancia que concierne a su ayuda para aliviar y curar, hay otro de relieve, y es el que atañe a la explotación de su riqueza, que aun sería más estimable si, a semejanza de lo que usted hace y piensa hacer, otros propietarios de manantiales de nuestro país se dedicaran inteligentemente a aumentarla, con propio y legítimo provecho y también con el de sus clientes.

Tenemos en nuestra tierra representaciones de todos los géneros y especies de aguas minerales. Es completa la gama de recursos que la Hidrología médica española ofrece. La Naturaleza en esto ha sido realmente pródiga con nosotros. Explican esto la disposición de nuestros terrenos, su variada composición y la complejidad de sus estratificaciones y de sus fallas. Lamentable es que, a pesar de tal riqueza de aguas, no haya habido aquí el necesario acierto para utilizarla convenientemente, por falta, quizá, de comprensión de su valor, por escaso conocimiento de lo que en otros países se hace, o por débil y apocada iniciativa para acometer grandes reformas.

El recurso terapéutico del agua mineral ha de ponerse a disposición del enfermo en condiciones que la hagan aprovechable en todas sus aplicaciones modernas, aparejada igualmente con cuantos elementos auxiliares puedan favorecer su acción. Algunos de los propietarios

de establecimientos hidrológicos medicinales creen aún que el agua, tal como sale de la madre tierra, basta para atraer al cliente. Es el antiguo y rancio criterio que en épocas de la silla de posta y de las galeras aceleradas podía pasar, pero que ahora es una de las causas que ahuyentan a lo más selecto de nuestra clientela y obligándola a buscar en tierras extrañas las facilidades apetitosas con que brinda la vida de estos tiempos para hacer más atractiva la corta temporada de aguas, en que debe encontrarse, además del alivio y la curación, las honestas distracciones y el confort deseable.

¿Se propone usted hacer eso? Pues hará usted obra útil para la salud pública y un bien al país, y por ello habrá que felicitarle. Jabalcuz lo merece. Es un venero mineral de larga historia y de virtudes terapéuticas fuera de toda duda. Además, su proximidad a Jaén, su excelente situación al pie de *Gebel-Kutz* o Montaña Negra de los árabes, así llamada por el color de la roca calcárea que la constituye; su caudal de agua salúfera de 334.000 litros diarios, su clima templado y sano, la hermosura del paisaje, hacen del sitio y de las aguas una estación recomendable en extremo, que con las reformas de alto vuelo proyectadas le asegurarán un positivo y halagüeño porvenir.

Sucede con Jabalcuz hoy lo que con otros manantiales españoles: son joyas que necesitan pulimento y vistosa montura. En manos de usted, el agua que sale de las entrañas de la *Montaña Negra* de los árabes probará más claramente su acción curativa, y así aumentará su crédito y su prestigio. Estamos ya, por fortuna, muy lejos de aquellos tiempos en que su médico director, D. Juan Poderón, se quejaba, en 1846, del desorden que allí reinaba, o cuando en 1872, D. Antonio Pérez Piñeiro hablaba de la «serie de abusos, corruptelas y escándalos», que le hicieron sufrir, como médico, «mil amarguras». Las cosas cambiaron al pasar a poder de un nuevo propietario, hace cuarenta años, la propiedad de las aguas: era éste su padre político, a quien muy justamente tributa usted consideración y elogio. Se corrigieron entonces los abusos, se impuso el orden y comenzó el régimen normal del establecimiento, que ha llegado hasta aquí, y que será el punto de partida de las grandes reformas, que han de venir a darle el moderno carácter que conviene, no sólo como estación hidrológica, sino como estación capaz de ofrecer a maravilla las condiciones recomendables de su clima.

Esto del clima tiene una gran importancia, aunque no sea la de constituir una de las mayores determinantes de la acción curativa,

puesto que es únicamente un auxiliar utilísimo del tratamiento. En el Extranjero bien se explotan las ventajas de ese *medio ambiente termal* que con tanta oportunidad se trae a colación en el capítulo primero de la Monografía sobre Jabalcuz, y a propósito de la obra del Doctor Arbinet.

Pero usted pretende sacar otro partido del clima, y no anda el acierto lejos del propósito. Desea usted también convertir a Jabalcuz en hermosa estación climática para aquél que, sin necesidad de hacer uso del agua mineral, quiera hallar en la tranquilidad de un sitio apacible el reposo del cuerpo y el solaz del espíritu, poniendo a contribución el aire puro y templado, la belleza del paisaje, el atractivo de las excursiones, la estancia agradable y el mayor confort posible; es decir, todo el provecho que se pueda obtener de los grandes agentes naturales, ayudados por los medios que para aprovecharlos bien proporciona la vida moderna.

En cuanto a las propiedades terapéuticas del agua y a su eficacia, mi fe es grande. No se tiene, sin motivo, una larga historia en la Hidrología española. Los árabes debieron ya conocer su acción curativa. Las piscinas actuales guardan cierto sabor arquitectónico que, aun sin remontarse tan lejos, dan a entender algo de ello. Mucho después aparecen ya, a bastante distancia aún de nosotros, los estudios hechos sobre las aguas de Jabalcuz en la *Historia de la antigua y continuada nobleza de Jaén*, en que el maestro Patón habla de ellas en 1628: hace tres siglos. El primer análisis de que se tiene noticia es el del Licenciado D. Joaquín de Manzaneda, y data de 1698; puede verse en su *Tratado de las Termas de Jabalcuz*. Y durante muchos años se siguió haciendo uso de ellas, fuera de toda acción de gobierno, hasta que en 1846 ó 47 fueron sus aguas declaradas de utilización oficial y nombrado su médico director D. Juan Manuel Nieto. El crédito de Jabalcuz se ha mantenido siempre. Ahora aumentará, de seguro, después de lo proyectado. Son los de usted nobles propósitos, merecedores de grandes elogios.

Bastará para no creer exagerada esta esperanza la lectura del notabilísimo análisis hecho por los señores D. Camilo Vega y D. Manuel Pascual y González (especialmente el del primero, por su misma índole, que exige exquisito cuidado y concienzuda técnica). Sin estos trabajos, tan recomendables, no hubiera podido hacer el Dr. García Viñals su bien redactado estudio de la acción fisiológica y terapéutica del agua. Lo uno es consecuencia legítima de lo otro. Hoy día no es posi-

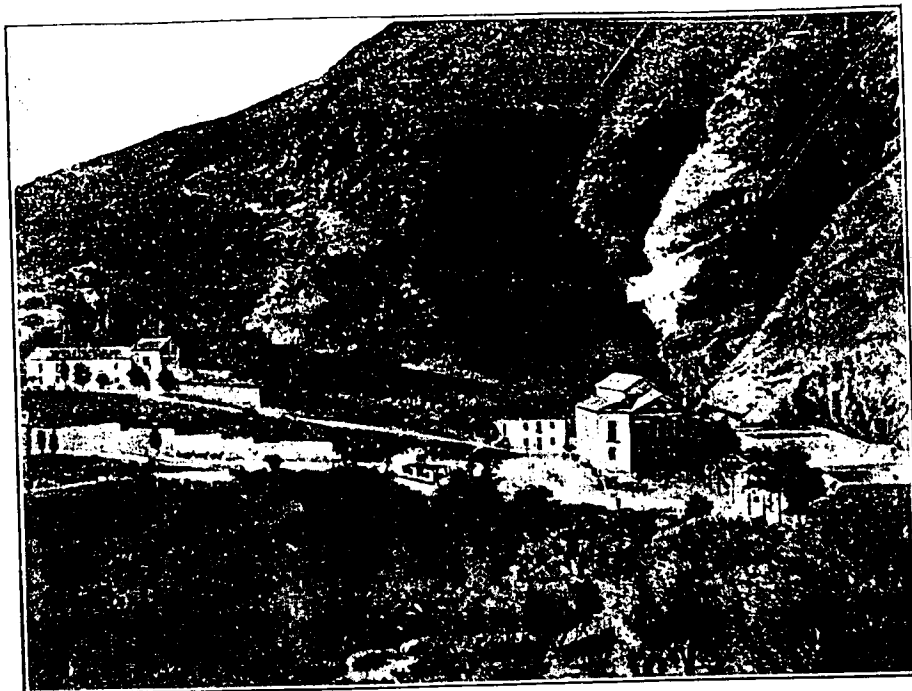
ble interpretar ni explicar los efectos de las aguas minerales sin un análisis hecho con todos los recursos que la ciencia química pone a nuestro alcance, a fin de conocer ciertas características suyas que hace algunos años era imposible determinar. De otro modo sólo fantasías pueden hacerse acerca de materias de tanta importancia.

Averiguar la resistencia y conductibilidad eléctricas de las aguas minerales, someterlas a un examen crioscópico, tener en cuenta la disociación de sus componentes a fin de no inventar las síntesis artificiales de los antiguos cuadros de análisis en los que se ponía la hipótesis a gusto del deseo muchas veces, acudir al espectroscopio de modelo moderno, para descubrir los cuerpos existentes en pequenísimas cantidades, que a pesar de ello pueden desempeñar un papel importante dentro del organismo humano, etc., etc.; en una palabra, hacer seriamente lo que se debe hacer al analizar un agua, es indispensable en estos tiempos. Si esto falta, no hallará facilidades el médico hidrólogo a fin de formar exacto juicio de la acción curativa.

Lo ha comprendido usted así y ha encomendado el análisis de Jabalcuz a quien ha sabido hacerlo muy cumplidamente. La Monografía que usted me ha remitido acerca de sus aguas, a fin de que yo la encabezara con unas cuantas líneas a guisa de prefacio, es un modelo de método y de concisión. Sus autores son de los que saben bien cuál es la medida a que conviene ajustar estos trabajos. Cuando salgan a luz sus análisis y sus informes, tendrá el que se complazca en leerlos una idea clara de «lo que es y lo que ha de ser» Jabalcuz en manos de quien tiene, como usted, tan acertada comprensión de lo que deben ser un establecimiento de aguas minero-medicinales y una estación que ponga el clima al servicio de la salud.

Si alcanza usted el éxito que su empresa merece, grande será por ello la satisfacción de su antiguo y buen amigo,

EL CONDE DE GIMENO.



Vista general del Balneario de Jabalcuz en la actualidad.

CAPÍTULO PRIMERO

EMPLAZAMIENTO DEL BALNEARIO DE JABALCUZ. — ORIGEN DEL NOMBRE. — EL MANANTIAL. — EL DOCTOR HAUSER. — EL AMBIENTE QUE DETERMINA EL AGUA. — EL DOCTOR ARBINET LA BESSEDE. — EL PROFESOR ALBERT ROBIN Y EL DOCTOR G. BARDET. — LA TRANSFORMACIÓN DE JABALCUZ. — EL VIAJE DESDE MADRID.

A siete horas y media de Madrid, cinco de Sevilla y tres de Córdoba, encuéntrase el ESTABLECIMIENTO BALNEARIO DE JABALCUZ, conocido y acreditado en la región andaluza desde los tiempos de la dominación árabe; distante de la estación férrea de Jaén seis kilómetros; unido a ella por una carretera que nada tiene que envidiar, por las bellezas variadísimas de los paisajes que cruza, a las más pintorescas de Suiza. Con razón el valle que remonta, serpenteando, hasta llegar al Establecimiento balneario, es conocido con el nombre de Valparaíso.

Encuéntrase el Balneario en la falda de una alta montaña, cuya cumbre mide 1.614 metros de altura sobre el nivel del mar, y de ella recibe su nombre, Jabalcuz, palabra de raíces árabes, que significa «mon-

te negro», y que tiene por origen la brillante negrura de su rica piedra, que tanto avalora la maravillosa obra de la Catedral de Jaén.

Está el viejo Establecimiento formado por la antigua fonda, con las tradicionales piscinas de su piso bajo y algunas habitaciones contiguas, dando el frente de su fachada a la carretera y a las huertas y olivares llamados de Jerez, entre cuyos árboles descuellan los pinos. La elevada montaña de Jabalcuz le presta frescas y apacibles umbrías, y de ella, como de un fondo misterioso dispuesto por la Naturaleza, surge el manantial de su divina agua, conjuro maravilloso contra tantos dolores y tantas enfermedades! Sus virtudes curativas son tan extraordinarias, que es un hecho repetido a diario ver entrar en el Establecimiento enfermos baldados, con dolores agudísimos, con muletas unos, otros conducidos en sillones, y admirarlos, a los pocos días de tratamiento, completamente curados.

El ilustre y sabio Dr. Ph. Hauser ocúpase de las admirables cualidades de las aguas de Jabalcuz en su magnífica obra *La Geografía Médica de la Península Ibérica*, publicada en 1913, en el tomo I, capítulo VII, dedicado a las aguas minerales de España en relación con la evolución y estructura geológica de la Península ibérica, afirmando que ellas están en el grupo de las sulfatadas-cálcicas magnésicas, siendo de análoga mineralización a las de Alhama de Granada, que brotan en el terreno terciario, tienen una termalidad de 30° y ejercen una acción muy sedante sobre el sistema nervioso; teniendo, por tanto, entre otras, una indicación estimadísima en todas aquellas enfermedades donde predomina la sobreexcitabilidad de dicho sistema.

En pocas aguas como en éstas de Jabalcuz se observa el fenómeno curiosísimo del especial ambiente que determina su agua en bloque; ambiente de un poder terapéutico extraordinario. Las causas de este fenómeno son hasta ahora poco conocidas, pero sus efectos son maravillosos. Los estudios que se acaban de hacer sobre estas aguas, y que más adelante publicamos, lo explican completa y perfectamente.

El Dr. Emile Arbinet la Bessede, en la introducción a su libro *Stations Hydrominérales climatiques et marines françaises*, dice que en las curas termales hay un factor hasta ahora menos estudiado, pero de una importancia capital para el tratamiento, y que puede llamarse el ambiente termal; y el profesor Albert Robin y el Dr. G. Bardet, en su «Introduction à l'étude de la cure hydrominérale», publicado en el *Annuaire des Stations hydrominérales, climatiques et balnéaires, de France*, señalan que en la «Société d'Hydrologie Médicale», en los

años que han precedido a la guerra, algunos médicos, y principalmente los de Mont Dore, han llamado especialmente la atención sobre este punto delicadísimo de los *ambientes termales*, que pone de manifiesto cuán compleja es la terapéutica hidromineral, pero al mismo tiempo cuán interesante y preciosa. Además, un agua mineral — dice el citado Dr. Arbinet — reúne elementos variables, agrupados de una manera móvil; es decir, constantemente transformables; todos sus cuerpos representan iones, positivos o negativos, que pasan de lo uno a lo otro en combinaciones incesantemente variables; a estas moléculas vienen a juntarse, bajo la forma coloidal, cuerpos mucho más numerosos, en los que no se pensaba antes y susceptibles de operar modificaciones en el dinamismo terapéutico del agua mineral, que viene a representar un ser viviente, que nada tiene de comparable con la solución que puede obtenerse en un recipiente mezclando las mismas sales que el análisis descubre en su composición química.



Una vista del PARQUE DE JABALCUZ.

Entre las propiedades físicas capaces de proveer de datos sobre la acción terapéutica de un agua mineral, añade el Dr. Arbinet la Bessede que es preciso anotar el punto de congelación, es decir, el grado crioscópico y la tensión superficial del líquido o tonometría, fenómenos que tienen una grandísima importancia desde el punto de vista del poder osmótico. Toda agua, en efecto, puede ser isotónica, hipotónica o hipertónica, con relación a los humores del organismo; propiedades que juegan un papel muy importante en la acción fisiológica. Apuntamos estas ideas al sólo efecto de poner de relieve cuánto y cuán importante tiene un agua mineral de la naturaleza de la de Jabalcuz al margen de sus componentes exclusivamente minerales.

El Marqués del Rincón de San Ildefonso, actual propietario de aquellas aguas y del conjunto de edificaciones, jardines y fincas rústi-

cas que hoy constituyen el ESTABLECIMIENTO BALNEARIO DE JABALCUZ, con perfecto conocimiento de la realidad, ha creído que tan admirable conjunto de riquezas naturales no puede ni debe seguir, como hasta el presente, dentro de una marcha rutinaria y empequeñecida, resolviéndose a desenvolverlo en un plan científico-económico-progresivo que determine el máximo de rendimiento útil que es capaz de producir en beneficio de la humanidad doliente, a la vez que, como lugar delicioso de estación de verano, saludable, higiénica y divertida.

El viajero que, saliendo de Madrid en el tren rápido diurno de las diez de la mañana, después de pasar ese oasis de la meseta madrileña que forman las aguas del Tajo en las alamedas y huertas de Aranjuez, y de cruzar las llanuras de la Mancha y de atravesar las fantásticas cortaduras de Despeñaperros, muralla y puerta de Andalucía, llega, a las seis horas y media de cómodo viaje, a la estación de Espeluy, toma en ella el tren de la línea de Andaluces y sale inmediatamente para Jaén, en cuya estación dispone de cómodos automóviles que en un cuarto de hora pueden conducirlo a Jabalcuz, encontrará allí, mediante la rápida realización del proyecto que es objeto de este trabajo, a las siete y media horas de su salida de Madrid, instalaciones confortables a la medida de sus medios económicos, pero rodeadas todas de un ambiente purísimo, de una vegetación espléndida, de una temperatura deliciosa, con aguas de extraordinarias virtudes y con toda suerte de honestos entretenimientos y saludables deportes.

Altitud, Climatología y Geología del Balneario de Jabalcuz; Propiedades físicas del agua, análisis químicos y estudio físico-químico por el Ingeniero Industrial D. Camilo Vega García. Investigaciones Micrográficas y Bioquímicas por el Dr. D. Manuel Pascual y González.

CAPÍTULO II

ALTITUD Y CLIMATOLOGÍA

El importante manantial termal de Jabalcuz se halla a una altura sobre el nivel del mar de 695,391 metros. Nace el manantial en el barranco que corresponde a la ladera Noroeste del monte de Jabalcuz, cuya cota más elevada, por encima de Jabalcuz, es de 1.614,388 metros.

La capital, su punto más alto, que es la plaza de la Catedral, tiene una altitud de 574 metros, siendo, por lo tanto, de 121,395 metros la diferencia de altitudes entre el Balneario y la capital.

A pesar de ser pequeña la diferencia, la abundancia de aguas, de bastante potabilidad, aguas frescas, y en particular las de la cueva, cuya temperatura media es de unos 13°; la vegetación, la dirección de los vientos y la orientación del Balneario, modifican de tal modo sus condiciones climatológicas con respecto a la capital, que no es extraño el que los habitantes de ella consideren a Jabalcuz como el lugar predilecto de sus paseos, especialmente en verano.

Las observaciones recogidas por el Dr. D. Gervasio Carrillo durante la temporada oficial de baños, en el año 1924, fijan la temperatura máxima ambiente en 31°; la mínima, en 14°, siendo las máximas oscilaciones observadas de 13°.

En los doce días transcurridos desde el 25 de Agosto al 6 de Septiembre de 1924, pude observar, en la habitación donde instalé el laboratorio, que las temperaturas máxima y mínima oscilaban entre 25 y 15° en varios días de observación.

GEOLOGÍA

La Memoria publicada el 30 de Octubre de 1899 por el notable hidrólogo Dr. Hauser dice lo siguiente: «Si se toma como línea de partida la quebradura del terreno que corresponde a la *cueva*, y se somete un fragmento de cada lado de la quebradura a un ensayo químico, se reconoce que éstos representan terrenos de distinta formación, pues las calizas de Levante son marcadamente magnesianas, mientras que las de Poniente lo son ligeramente, y fijando la atención en las disposiciones estratigráficas del terreno, se ve, desde luego, que las capas del lado de Poniente tienen una dirección N-45°-E con buzamiento al Sur, y las del lado de Levante se dirigen al N-10°-O con buzamiento al Este, y después, que la inclinación de las capas del Poniente es sólo de 30° sobre la horizontal, mientras que las de Levante tienen una inclinación de 53° en la ladera del monte, y por entre la estratificación de estas capas surge el manantial de los baños. La circunstancia que después de *lluvias persistentes* no sólo crece el caudal del manantial sino que emergen por otros puntos, de nivel más elevado que el manantial, algunos chorros más o menos gruesos, me hace creer en la existencia de un depósito de agua a un nivel poco más alto que el manantial actual, y que este agua, almacenada a medida que aumenta en cantidad, comunica con otros conductos, tanto laterales como verticales, y con la gran altura adquirida ejerce una presión bastante fuerte sobre ellos para originar manantiales efímeros. Por otro lado, sucede que, en las lluvias muy intensas, una pequeña parte del agua del terreno superior se filtra al manantial, haciendo forzosamente bajar su temperatura, lo que prueba evidentemente que el agua de lluvia descende del monte de Jabalcuz por la estratificación que llamamos del Poniente, marchando en su mayor parte a la fractura de la *cueva*. De aquí se divide, probablemente, en dos partes: una, que se pierde filtrándose por el terreno y de la cual se ven señales en la gruta del jardín de Jerez, y otra que, después de circular por las capas más profundas, reaparece, templada, en el manantial de los baños.

»En prueba de esto basta fijarse en el ruido del torrente que se escucha en ella, aun sin prestar atención, a los 80 metros de la boca de la *cueva*, en la llamada *segunda charca*; allí la temperatura del agua es de 13° y es potable.»

El Ingeniero que suscribe ha podido comprobar sobre el terreno

las observaciones hechas por el Dr. Hauser, completándolas con algunos otros datos recogidos en la visita a la *cueva* y en el estudio de la estratificación general del monte de Jabalcuz, especialmente en la zona a cuya falda emerge el manantial termal.

La estratificación dentro de la *cueva* donde mana el agua potable que utilizan en el Balneario, corresponde, desde luego, a la que se observa al exterior. La pared derecha de la galería de esta *cueva*, o sea el Poniente, aparece claramente formada por la gran falla casi vertical que se marca en el exterior. Todas las tobas que hay en el techo de esta galería están apoyadas en la masa que forma la pared de la derecha, y en todas ellas se acusan las grandes avenidas, pues sus paredes están tapizadas de incrustaciones calcáreas, suavizada la superficie por el paso torrencial de las aguas, que indudablemente se vierte por esos caños o tobas, llenándolos por completo, pues todas sus paredes presentan análogo aspecto. Las calizas que forman las paredes y techo de esta galería natural son homogéneas, compactas y duras, de color negro, con vetas blancas, presentando una estructura muy parecida a la de algunos mármoles negros.

En el recorrido de la galería hemos podido apreciar que hay tres charcas: la primera, que se encuentra al avanzar por la galería, estaba seca cuando hicimos la visita. La segunda, situada a unos 50 metros de la entrada, recoge, al parecer, el derrame de la tercera balsa, que es la más distante de la entrada de la *cueva*, y es donde está colocado actualmente el tubo de aspiración de la bomba.

Por los datos que tenían en el Balneario de cuando se colocó la tubería, parece ser que la distancia de esta tercera balsa a la puerta de entrada es alrededor de unos 50 metros.

Hasta la primera balsa, la galería va descendiendo, rápidamente al principio y después va casi horizontal. La segunda está más elevada que la primera, pero la diferencia de cota no debe ser mayor de 2 metros. La tercera, bastante próxima a la segunda, domina a ésta quizá en otros 2 metros.

En la nivelación que hicimos de la segunda balsa, se ve que está, con respecto al manantial termal, un poco por debajo de su nivel, pues viene la nivelada al caño del abrevadero que hay en la parte exterior adosado al muro del Balneario, y éste está próximamente metro y medio más bajo que el manantial termal.

La tercera balsa, aunque no se niveló, calculamos que se encuentra aproximadamente a igual nivel que el manantial termal.

Esta tercera es la que dicen que nunca se ha secado, y lo más que ha ocurrido en el estiaje es que ha bajado su nivel en unos 30 centímetros, no derramando nada a la balsa segunda; pero este nivel no se ha visto decrecer por mucha agua que extraigan con la bomba.

Próximamente en el centro del piso de ella se aprecia un hueco profundo, que es donde han introducido el tubo de aspiración de la bomba. Creen los conocedores que esta balsa es inagotable, y si realmente fuese grande el caudal que de ella pudiera obtenerse, previo ensayo con una bomba potente, como la potabilidad de estas aguas es buena, con una buena instalación de elevación o distribución tendría el Balneario de Jabalcuz asegurado el suministro de agua potable en todas sus dependencias y caseríos, pudiendo además establecer los baños de agua potable de que hoy carece.

En las grandes avenidas, según los conocedores, es tal la abundancia de agua que mana de la *cueva*, que sale por la puerta y por la garganta del barranco donde está el manantial termal, forma una torrentera tan potente que arrastra todas las piedras menudas del camino que conduce a la cueva, y que casi todos los años tienen que recebar de nuevo.

Como la cota de la parte baja de su puerta sobre el lecho manantial termal es de 3,18 metros, en las grandes lluvias, a pesar de la caseta protectora del manantial termal, se comprende que se inunde éste, por lo que sería conveniente construir una galería o canal de desagüe, más bajo que el manantial termal, para evitar arrastres de detritus a los conductos distribuidores del agua en el Balneario.

Por todas las observaciones realizadas en la cueva, y las de estratificación del terreno, estudiadas no sólo en el barranco, sino en la parte alta del monte de Jabalcuz, cree el Ingeniero que suscribe que corresponden a distinto piso las formaciones geológicas de la época secundaria del macizo limitado por la gran falla casi vertical que forma la pared derecha de la cueva; pues esta dislocación se aprecia también en la cima del monte de Jabalcuz, donde los estratos del macizo, a cuya falda nacen los manantiales termales de Jabalcuz y Jerez, siguen el mismo buzamiento que en su base, y como éste es contrario a la pendiente de la ladera del monte, todas las aguas filtradas por el terreno deben alcanzar gran profundidad, mientras que las aguas filtradas en el macizo de la izquierda de la cueva, por las grandes tobas que hay en él, pasan rápidamente, sin alcanzar grandes profun-

didades, por la disposición de los estratos, a alimentar los manantiales que emergen en la cueva.

Por la disposición de los estratos de la parte del monte de Jabalcuz, en la ladera donde emergen las aguas termales, se comprende que digan los naturales que todo aquel terreno parece una esponja, pues por mucho que llueva nunca se forman torrenteras.

Las grandes tobas y simas se aprecian en la parte alta, en cuanto se pasa del macizo que corresponde a la parte derecha del barranco de la cueva. Allí existe una porción de pozos naturales, algunos, al parecer, de gran profundidad, y que algún tiempo fueron utilizados como pozos mineros de exploración; pero abandonados hace tantos años, que los naturales no recuerdan ni cuándo ni para qué fueron hechos dichos trabajos. De éstos quedan todavía algunas escombrecas, que demuestran las labores que allí se realizaron.

El Dr. Hauser supone la existencia de un depósito interior, a nivel más alto que el manantial termal de Jabalcuz; depósito del cual se alimenta dicho manantial, recorriendo los filetes líquidos, conductos tanto laterales como verticales, y que en las lluvias persistentes el agua almacenada en dicho depósito ejerce una presión mayor, originando manantiales termales efímeros.

A mi juicio, esta disposición es acertada; pues en las grandes lluvias, desde el manantial termal hasta la rinconada de la cuarta casa donde está lo que llaman Ojo de Buey, comienza la aparición del agua termal, a lo largo de una falla casi horizontal, perfectamente visible, detrás del Balneario, observándose primeramente el afloramiento en los puntos más cercanos al manantial del Balneario, y después, va manando por toda ella de tal modo que cuando el caudal es considerable llega hasta el Ojo de Buey y por él se derrama formando un verdadero torrente. En la nivelación que hice de este punto con respecto al manantial del Balneario, se ve que aquél está a 3,55 metros sobre el lecho del manantial. Cuando decrece el caudal, desaparece primero en el Ojo de Buey, que es el punto más alto, y luego va desapareciendo, más o menos rápidamente, a lo largo de toda la falla, acercándose al manantial, hasta que cesa en toda ella, menos en el manantial, que es el punto más bajo.

Han observado, además, que en esos grandes períodos de lluvias, cuando aparece el agua termal por el Ojo de Buey con gran abundancia, al continuar aquéllas, se marcan también otros afloramientos por la vaguada correspondiente al Ventorrillo y primera casa

del grupo de las del Balneario. Estudiado el terreno, se ve que los estratos siguen los mismos buzamientos que por detrás del Balneario, apreciándose en algunos sitios la continuación de la falla que hemos nivelado. Al parecer ésta continúa hasta el caserío de Jerez, por lo que puede pensarse que las aguas que allí emergen son del mismo venero y que, corriéndose a lo largo de dicha falla, se mezclan con otros manantiales superficiales, y, por consiguiente, fríos, rebajando su temperatura a los $24,65^{\circ}$ observados, disminuyendo también la proporción de sales disueltas, que en las aguas de Jerez dan 106° hidrotimétricos, en vez de los 120° que marcan las de Jabalcuz.

Que la gran esfoliación de las capas calizas permite a las aguas que forman los veneros termales llegar rápidamente al depósito o depósitos interiores, lo demuestra la observación que realizó el bañero hace unos doce años; en efecto, hacia el 16 ó 17 de Septiembre, época del máximo estiaje, el manantial termal se secó, fenómeno que él recuerda ha ocurrido por primera vez. Explica ésto el bañero porque fueron varios años seguidos de una gran sequía, y por eso no se almacenó agua en suficiente cantidad para llegar a derramarse por los conductos que alimentan el manantial termal, secándose también casi todos los manantiales del término. Estuvo seco el manantial termal desde el 16 ó 17 de Septiembre hasta el 9 ó 10 de Octubre; pero en este día comenzó a llover intensamente, y a las cuarenta y ocho horas apareció el manantial con gran abundancia, y después a lo largo de la falla. Como las lluvias continuaran, a los pocos días se presentaron las aguas termales en el Ojo de Buey, continuando el afloramiento en éste con intermitencias durante el invierno, intermitencias que se relacionaban con la mayor o menor intensidad de las lluvias.

Respecto a las exploraciones que se han hecho en el Balneario para ampliar el caudal del manantial termal, debemos citar una galería de exploración que se hizo por la cuarta casa, próximamente por debajo del Ojo de Buey, galería de unos 3 metros de longitud por 2 de altura y 1,20 de ancho, practicada en la roca caliza por medio de barrenos.

Realizada la nivelación de esta galería, que creyeron los que la proyectaron que era bastante más baja que el manantial, resultó que el techo está 0,18 metros más alto que la solera del manantial termal. En la pared del fondo de esta galería, en las épocas de más abundancia de aguas termales, dicen que se aprecia ruido, que suponen causado por el paso de las aguas que van al manantial termal.

Por la disposición del terreno esta suposición puede ser cierta, siendo, a mi parecer, acertada la idea de acometer el venero termal por la rinconada de la cuarta casa, con lo cual, si se llegase a obtener resultados positivos, quedaría el manantial termal libre de las avenidas de las aguas de la cueva, mejorando tal vez el caudal, las condiciones de termalidad y mineralización; pues por estar muy superficial el afloramiento actual, no sería extraño que actuaran, rebajando su temperatura y riqueza en sales, algunos manantiales de agua fría y poco mineralizada. Desde luego, de decidirse algún día el propietario a realizar estas investigaciones, habría que hacer un estudio profundo en toda la estratificación, antes de lanzarse locamente a la construcción de galerías o pozos que pudieran perjudicar al importante venero de que hoy disponen en el Balneario de Jabalcuz.

CAPÍTULO III

(Continúa el estudio del Sr. D. Camilo Vega)

PROPIEDADES FÍSICAS DEL AGUA TERMAL DEL BALNEARIO DE JABALCUZ

El agua de Jabalcuz es *transparente, completamente límpida* al salir del manantial, no alterándose ni formando sedimentos de ninguna clase, aun después de cuatro meses y medio de embotellada. Tampoco ha perdido su limpidez o diafanidad de un modo notable en botellas abiertas; en éstas se ve que, al perderse parte del anhídrido carbónico libre que tienen disuelto las aguas de Jabalcuz en pequeña cantidad, tienden a depositarse los carbonatos, apareciendo el fondo de la botella ligerísimamente empañada con un sedimento blanco.

No tienen olor en el manantial, y tampoco en las botellas recién destapadas, a los cuatro meses y medio. Aun después de varios días destapadas, tampoco se percibe olor, lo que demuestra la *ausencia de materia orgánica*; pues de existir ésta, tratándose de aguas que contienen principalmente sulfato cálcico, se notaría algo el olor sulfhídrico que caracteriza a las aguas selenitosas con materia orgánica, sulfhídrico que procede de la reducción del sulfato cálcico.

Su sabor es agradable, apreciándose muy débilmente el sabor de las aguas magnésicas.

En las piscinas termales que están alimentadas por tubos colocados en el piso y a la parte opuesta del vertedero, que es una forma práctica de igualar en lo posible la temperatura en los distintos puntos de la piscina, se ve burbujear algunas veces en la zona del chorro alimentador, pero a esto, que a primera vista parecía que era debido a gases propios del agua, se ha podido comprobar por los ensayos que es debido en parte a tomas de aire en la arqueta distribuidora, cuyo cierre no es hermético, y al penetrar el agua en los conductos distribuidores con bastante velocidad y no llenando toda la sección, aspira aire en cantidades variables, según la cantidad de agua que se lanza a uno u otro conducto de alimentación de las piscinas.

Al echar el agua en un vaso lentamente *no se desprenden* de un modo apreciable *burbujas*, por ser pequeña la cantidad de anhídrido carbónico disuelto, no notándose tampoco aumento por la agitación.

Temperatura en el manantial. — La *temperatura en las bocas de emergencia*, determinada el 25 de Agosto de 1924, con termómetro centesimal de precisión, contrastado posteriormente, era de 29°,95; con el termómetro de los baños se acusa la temperatura de 30°. La temperatura ambiente fuera de la caseta protectora del manantial era, a las nueve de la mañana, 15°,15.

En días sucesivos y a distintas horas *no se acusó ninguna variación en la temperatura*. Tampoco, según referencias, ha variado esta temperatura durante las épocas de baños; aunque lógicamente, por las observaciones recogidas, esta temperatura debe variar en invierno por la influencia de los manantiales superficiales, y, especialmente, por la entrada en el manantial termal de las aguas potables procedentes de la cueva, cuyo afloramiento está más alto que el manantial termal, y al desbordarse por la puerta de la cueva se mezclan las aguas. En la época de baños no sale agua por la puerta de la cueva, no siendo de temer que influya sobre el manantial, por las razones que dimos al estudiar la estratificación.

Temperatura del agua en la arqueta distribuidora. — En igual fecha y hora que determinaremos la del manantial, se observó una temperatura de 29°,90, perdiéndose, por lo tanto, 5 centésimas de grado en la canalización que enlaza el manantial y la arqueta, cuya longitud es, aproximadamente, de 18 metros.

Temperatura en la fuente de la galería de los baños. — En igual fecha y hora la temperatura fué de 29°,55.

Peso específico. — Se determinó el peso específico al pie del manantial con un picnómetro, de una capacidad aproximada de 50 centímetros cúbicos, provisto de termómetro. El ajuste de los tapones del picnómetro fué comprobado dejándole lleno de alcohol absoluto hasta su línea de aforo y observando en varias horas si variaba el nivel. Su cierre era hermético, pues no se acusó ninguna variación. Se lavó perfectamente con ácidos, y después con agua destilada y se secó en la estufa. Se llevó al desecador y después a la balanza de precisión, donde se tuvo más de una hora, para que adquiriese la temperatura de la balanza.

Tara del picnómetro: 33,7029 gramos.

Se llenó hasta el trazo con agua destilada templada, a temperatu-

ra aproximada a la del agua del manantial, pero destilada y hervida recientemente.

Se dejó más de una hora en la balanza, y cuando se estacionó el termómetro en 29°, dió el siguiente peso: lleno de agua destilada, 83,5200 gramos.

La presión en el barómetro aneroide era, el día que se hizo la determinación, 707 milímetros, a la altitud sobre el nivel del mar de 695,391 metros.

Vaciado el picnómetro se lavó varias veces con el agua del manantial y se llenó hasta el trazo; cuando el termómetro marcaba la temperatura de 29° se pesó, dando 83,4201 gramos; luego el peso específico del agua de Jabalcuz, a temperatura aproximada a la de emergencia, es de

$$\frac{83,4201 - 33,7029}{83,3200 - 33,7029} = \frac{49,7172}{49,6171} = 1,0020$$

Aforo del manantial en 30 de Agosto de 1924. — El día que se hizo este aforo, según el bañero, debía corresponder al máximo estiaje, pues generalmente todos los años, a mediados de Septiembre, comienzan las lluvias, y entonces, rápidamente, a las pocas horas, aumenta el caudal del manantial termal. Como el verano de 1924 en Jabalcuz ha sido muy seco, pues desde las lluvias de mediados de Abril no ha llovido un solo día, suponía el bañero que la fecha en que realizamos el aforo debía corresponder a la época de estiaje máximo; su suposición estaba basada en el tiempo que él empleaba en llenar las dos piscinas de hombres y mujeres, pareciéndole que en aquellos días es cuando menos caudal daba el manantial. Preguntado si este caudal se conservaba constantemente por esta época, manifestó que sólo algunos años, cuando las lluvias no aparecían hasta últimos de Septiembre, había notado un decrecimiento no mucho mayor que el observado el día 30 de Agosto.

Manifestó también que después de las lluvias de fines de Septiembre, generalmente copiosas, a las cuarenta y ocho horas, próximamente, aumenta con rapidez el caudal del manantial termal, y si son muy intensas, no sólo aumenta el manantial, sino también se derrama a lo largo de toda la falla, sensiblemente horizontal, que se observa detrás del edificio del Balneario hasta la rinconada de la cuarta casa,

y especialmente aflora en esta rinconada por la oquedad llamada por ellos Ojo de Buey.

Esta falla, nivelada por el que suscribe, tiene una cota media sobre el afloramiento del manantial termal de 2,65 metros, siendo 3,55 metros la del Ojo de Buey. Estas observaciones vienen a corroborar que el depósito interior o vaso regulador que alimenta el manantial termal de Jabalcuz tiene un nivel piezométrico casi constante, necesi-tándose un gran aumento en su nivel para emerger las aguas termales por todos los puntos de la falla e incluso por el Ojo de Buey.

Para realizar con más exactitud el aforo nos hemos servido de la piscina para baño de los hombres, cubicándola con la mayor exacti-tud posible, y observando el tiempo que tardó en llenarse hasta el vertedero superior.

La cubicación de dicha piscina hasta el vertedero es de 21.556 litros.

Vaciada perfectamente y anotada la hora en que dimos entrada a toda el agua que emerge en el manantial termal, comenzó a llenarse a las once horas y dieciséis minutos de la mañana, llegando al nivel del vertedero superior a las doce horas y cuarenta y nueve minutos, o sea que, en total, se emplearon noventa y tres minutos en llenar dicha piscina. Esto representa un caudal de agua de

$$21.556 : 93 = 231,78 \text{ litros por minuto,}$$

que equivale en una hora a 13.906,80 litros,

y en veinticuatro horas a 333.763,20 litros.

El 6 de Octubre, siguiendo el bañero las instrucciones dadas por el que suscribe, se obtuvo un aforo por minuto de 215,56 litros.

No se han hecho determinaciones posteriores, pues terminó la temporada de baños y quedó cerrado el Balneario de Jabalcuz; pero como a mediados de Octubre parece ser que comenzaron las lluvias, desde luego con un retraso muy marcado, el aforo practicado en esta última fecha debe corresponder al estiaje máximo.

TEMPERATURAS OBSERVADAS EN LAS SALAS DE PISCINAS

Piscina de hombres. — Esta piscina está emplazada dentro de una sala con gruesas paredes de mampostería y bóveda de igual material, también de mucho espesor, no teniendo más iluminación que un pequeño lucernario en el centro de la bóveda, cerrado herméticamente con cristales, y una ventana lateral que da al patio de acceso al vestuario de hombres, inmediato a la sala de piscinas. Este vestuario, de paredes y de bóveda de cañón de gran espesor, se ilumina por dos lucernarios abiertos en la bóveda y cerrados con cristales, ventilándose por la puerta de acceso a esta pequeña habitación. La idea del que construyó esta piscina y vestuario ha sido evitar en lo posible el enfriamiento del agua de la piscina, sometiendo además al bañista a la acción termal de las emanaciones del agua. Este vestuario está casi a igual temperatura ambiente que la sala de la piscina, pues en él se ha emplazado la arqueta distribuidora de agua, calentándose el aire ambiente y las paredes por la radiación de los conductos por los que circula el agua que, procedente del manantial termal, va directamente a la arqueta, y de ésta, por los conductos correspondientes, se distribuye a la otra piscina y a la galería de baños.

Para determinar las temperaturas máxima y mínima de la sala donde está la piscina, nos hemos valido de un termómetro de máxima y mínima, colocado en la pared correspondiente a la meseta donde está la escalerilla del baño y a una altura sobre el nivel del agua de 1,70 metros.

Las observaciones fueron realizadas desde el 31 de Agosto de 1924, a las once de la mañana, hora en la que empezó a llenarse la piscina, hasta igual hora del 1.º de Septiembre.

La máxima observada durante el día fué de 28°
y la mínima durante la noche de 24°

Piscina de mujeres. — La sala de piscina está construída de análoga manera que la de los hombres, pero la ventilación es mayor, pues además de su puerta de entrada y de una ventana lateral que da a la galería de baños (bastante ventilada por varias ventanas), comunica

por otra puerta, abierta en un muro de gran espesor, con el vestuario, y por otra puerta abierta en otro muro con una pequeña sala, de construcción análoga al vestuario de hombres, que como sala sudorífica utilizan, por estar más abrigada.

El vestuario tiene varias ventanas altas, sus paredes son gruesas, pero es mayor la ventilación que en el vestuario de hombres, y como en esta sala el calor ambiente procede sólo de la piscina, a diferencia del vestuario de hombres, que además del calor procedente de la piscina inmediata hay el radiado por los conductos del agua termal, se comprende que la temperatura ambiente tiene que ser más baja; en efecto, el termómetro de máxima y mínima, colocado en la pared de la sala de esta piscina en análogas condiciones que se hizo en la de hombres, dió, en iguales horas del siguiente día, las temperaturas que se indican:

Temperatura máxima durante el día.	27°
» mínima durante la noche.	22°

Las temperaturas exteriores en los dos días que se hicieron estas determinaciones fueron aproximadamente las mismas, según las observaciones hechas con el termómetro de precisión.

Como las máximas observadas en las dos salas de piscinas difieren muy poco entre sí y también muy poco de la temperatura del agua de la piscina, la instalación, desde el punto de vista térmico, es bastante perfecta; siendo conveniente, a juicio del que suscribe, que durante las horas de los baños queden estas salas y vestuarios lo más abrigados posible, para conseguir el mayor efecto sudorífico, y, sobre todo, evitar la pérdida de las emanaciones del agua de Jabalcuz, que, como veremos en el capítulo correspondiente, merecen, por su radiactividad, incluirla en el grupo de las radiactivas.

CAPÍTULO IV

(Continúa el estudio del Sr. D. Camilo Vega.)

ENSAYOS EN EL MANANTIAL TERMAL

Análisis cualitativo.

Investigación del gas sulfhídrico. — Se llenó en el manantial un frasco grande y se colocó en su boca una tira de papel mojado en subacetato de plomo, sin obtener resultado positivo, del mismo modo que tampoco lo obtuvimos con el cloruro de cadmio; en su consecuencia, *no existe el sulfhídrico.*

Investigación de los álcalis libres y el ácido bórico. — Se empleó el papel de cúrcuma, no apreciándose coloración alguna, lo que demuestra que *en el agua recién extraída no hay álcalis libres*, y especialmente tampoco hay *bórico*, a cuyo ácido es muy sensible la reacción.

Investigación de su reacción ácida o alcalina. — Se utilizó la tintura de tornasol recién preparada, acusando en el agua acabada de extraer una ligerísima coloración rojiza, que tiende a desaparecer al cabo de cierto tiempo, y, por lo tanto, *su reacción inicial es ligeramente ácida. Hervida el agua de Jabalcuz su reacción es alcalina*, debido a la eliminación del carbónico que está disolviendo los carbonatos.

Con el fenol-ftaleína, el agua de Jabalcuz, acabada de tomar del manantial, no toma color, por ser este reactivo menos sensible al carbónico que el tornasol; pero hervida se colorea con el fenol-ftaleína, acusando igualmente su reacción alcalina.

Investigación del carbónico. — Con el agua de cal da el agua de Jabalcuz recién extraída un ligero precipitado blanco de carbonato cálcico que no se disuelve aparentemente por una adición mayor de agua termal; esto demuestra la *presencia del carbónico libre en pequeña cantidad.*

Con el agua de barita da análoga precipitación, que no se disuelve, al parecer, por la adición de más agua termal. Este ligero precipitado no se disuelve en ácido clorhídrico muy diluído, estando constituido por carbonato bórico, formando a expensas del carbonato libre que

tiene, recién extraídas, las aguas de Jabalcuz. Hervida el agua, o sea desalojado el carbónico, se enturbia por la precipitación de los carbonatos, y filtrada después no acusa, por el agua de cal ni la de barita, la presencia del carbónico libre.

Investigación del hierro en forma de sal férrica y ferrosa. — Tomada una muestra del manantial, añadimos inmediatamente unas gotas de tanino, obteniendo una coloración ligeramente oscura; lo que demuestra la presencia de muy *pequeñas cantidades de hierro en forma de sal férrica*.

Con el ferrocianuro potásico acidulado con acético, aparece una ligerísima coloración azul, que después, en contacto con el aire, se intensifica, lo que demuestra también que hay pequeñas cantidades de hierro en forma de sal férrica. Con el nitroso-beta-naftol en disolución acética da un ligero precipitado oscuro. *Presencia de sales férricas.*

Con el sulfocianuro potásico da una coloración rojiza muy poco intensa; lo que señala la presencia de muy pequeñas cantidades de hierro en forma de sal férrica. Hervida el agua de Jabalcuz con unas gotas de ácido nítrico da con el sulfocianuro una coloración más intensa a igual volumen; esto nos dice que hay parte de hierro en forma de *sal ferrosa*.

Tratada el agua termal recién extraída del manantial con el ferrocianuro potásico acidulado con acético, se aprecia una casi imperceptible coloración, debida a la presencia de *pequeñísimas* cantidades de hierro en forma de sal ferrosa. En el agua embotellada, después de cuatro meses y medio, no se aprecia la presencia de hierro en forma de *sal ferrosa*.

En el manantial, tratada el agua por amoníaco y sulfuro amónico, no se aprecia precipitado alguno, aun al cabo de algunas horas. Concentrada el agua reduciendo su volumen próximamente a la décima parte, aparece, con los reactivos anteriores y al cabo de algunas horas, un ligerísimo precipitado de hierro.

Investigación de los sulfatos. — Tratada el agua por cloruro bórico y ácido clorhídrico, se forma un abundante precipitado de sulfato bórico, que nos demuestra que en el agua de Jabalcuz *hay gran cantidad de sulfatos*.

Investigación de los cloruros. — Añadiendo al agua de Jabalcuz unas gotas de ácido nítrico y después nitrato de plata, se manifiesta un precipitado blanco de cloruro de plata, que señala la *presencia de cloruros*.

Investigación de la cal. — Tratada el agua de Jabalcuz por cloruro amónico en exceso y ácido acético, al añadir después oxalato amónico, apareció un abundante precipitado, que nos demuestra la *presencia de cantidades notables de cal*.

Investigación de la magnesia. — El líquido filtrado del examen anterior dió, con el fosfato sódico y amoníaco, al cabo de veinticuatro horas, un precipitado cristalino que demuestra la *presencia de cantidades apreciables de magnesia*.

Investigación de los fosfatos. — En el agua de Jabalcuz, ni en frío ni en caliente se aprecia precipitado con el molibdato amónico de fosfomolibdato amónico. *Carencia de fosfatos*.

Investigación del amoníaco. — Con el reactivo Nessler no acusó nada. *Carencia de amoníaco*.

Investigación de los nitratos. — Con la disolución sulfúrica de brucina, nada. Tampoco dió coloración alguna con el yoduro potásico, engrudo de almidón y amalgama de cinc. *Carencia de nitratos*.

Investigación de los nitritos. — Con la metafenilenodiamina no dió coloración alguna. *Carencia de nitritos*.

Con la difenilamina tampoco dió nada. *Carencia de nitritos y nitratos*.

La coloración que da a la llama el agua de Jabalcuz es rojiza amarillenta, demostrando la abundancia de calcio e indicios de sodio.

Evaporando medio litro de agua de Jabalcuz hasta reducirlo a la décima parte, se forma un precipitado apreciable de los carbonatos que están disueltos, merced al ácido carbónico libre. Filtrado el líquido y sometido a las reacciones indicadas, se acusaron la mayor parte con más intensidad, salvo la de la cal, magnesia, sulfatos y hierro. También se acusó muy bien la reacción alcalina con el tornasol y con el fenolftaleína.

El precipitado recogido y disuelto en ácido clorhídrico, dió gran efervescencia, no apreciándose residuo alguno cuando se hirvió largo tiempo con el clorhídrico. Según el ensayo cuantitativo, el agua de Jabalcuz contiene sílice, pero es tan pequeña su dosis que para que apareciese en este ensayo había que haber evaporado 10 ó 12 litros de agua. Sometida la disolución clorhídrica a la acción de todos los reactivos indicados, se acusaron las mismas reacciones, pero con más intensidad las correspondientes a la investigación de la cal, magnesia, sulfatos, hierro en forma de sal férrica (en forma ferrosa no se acusó nada).

Análisis cuantitativos.

Grados hidrotimétricos. — Comprobé el licor hidrotimétrico con la disolución valorada de nitrato cálcico, gastando para 40 centímetros cúbicos 22 divisiones de la bureta hidrotimétrica para dar espuma persistente. Comprobada la perfecta valoración del licor hidrotimétrico, tanteamos la dureza total del agua de Jabalcuz, siendo necesario operar con agua diluída para poder apreciar sin error el grado hidrotimétrico.

Tomamos 10 centímetros cúbicos de agua de Jabalcuz a la temperatura ambiente, y añadimos 30 centímetros cúbicos de agua destilada para completar los 40 centímetros cúbicos del frasco hidrotimétrico. Se gastaron, para formar una espuma persistente en más de cinco minutos, 30 divisiones de la bureta hidrotimétrica, o sea, que el grado hidrotimétrico en las condiciones ensayadas era de $30 \times 4 = 120^\circ$ hidrotimétricos de dureza total.

Se repitió varias veces el ensayo, obteniendo igual resultado.

Se tomaron en un matraz 40 centímetros cúbicos de agua de Jabalcuz, medidos a la temperatura ambiente, y se añadieron 120 centímetros cúbicos de agua destilada, total, 160 centímetros cúbicos, y se marcó la línea de nivel en el cuello del matraz. Se puso a hervir con gran cuidado al comenzar la evaporación, y después fuertemente durante largo rato, precipitando de este modo parte de los carbonatos y sulfatos, con lo que queda con su dureza llamada persistente. Se dejó enfriar y se completó el volumen inicial de 160 centímetros cúbicos con agua destilada.

Tomamos 40 centímetros cúbicos en el frasco hidrotimétrico y se hizo el ensayo, gastando para formar espuma persistente 27,5 divisiones. Rectificado el ensayo cuatro veces, obtuvimos igual resultado, por lo cual resulta que el agua de Jabalcuz tiene:

$$27,5 \times 4 = 110^\circ \text{ hidrotimétricos de dureza persistente.}$$

La dureza temporal, previa la corrección correspondiente, es, en el agua termal de Jabalcuz, a la temperatura ambiente:

$$120 - (110 - 3) = 13^\circ \text{ hidrotimétricos de dureza temporal.}$$

Determinación de los gases disueltos en el agua en el momento de su emergencia. — Esta determinación fué realizada por medio de

un aparato Petterson, modificado por el que suscribe, añadiéndole otro recipiente, llamado laboratorio, para valorar el oxígeno disuelto, funcionando los dos laboratorios como en un aparato Orsat.

Al tubo de vidrio que empalma el matraz donde se calienta el agua a ensayar y la bola que sirve para producir el vacío por evaporación y condensación, iba soldado otro tubo corto de vidrio, el cual, mediante uno de caucho, se enlazaba al depósito de mercurio, mantenido caliente en un bañomaría. Con esta disposición, desalojado el aire del tubo de caucho y lleno el tubo corto de vidrio y la bola hasta la mitad de agua destilada, podíamos, al terminar el ensayo, desalojar perfectamente todo el gas a la bureta medidora por la entrada del mercurio caliente.

Aforado el matraz del aparato, su capacidad era de 232,5 centímetros cúbicos hasta el tapón, es decir, completamente lleno, quedando sólo una pequeña burbuja de aire, que no puede influir en el ensayo.

Se llenó de agua recién tomada en el manantial, y puesto en marcha el aparato, hecho el vacío por medio de la bola, se puso en comunicación el matraz con la bureta mediante la llave de tres vías. Se calentó hasta que no desprendía más gases y desalojado todo el gas que quedaba en el tubo de comunicación con la bureta, merced al mercurio caliente, se incomunicó la bureta medidora con el matraz. Equilibrada la presión, cuando los gases encerrados estaban a la temperatura ambiente, se hizo la lectura, resultando que en total el volumen de gases desprendidos fué de 6,50 centímetros cúbicos para los 232,5 centímetros cúbicos de agua de Jabalcuz, acabada de extraer del manantial, y, por lo tanto, a su temperatura de emergencia.

Valoración del carbónico libre disuelto en el agua termal. — Desalojados los gases de la bureta medidora, se pasaron al primer laboratorio, donde absorbimos el gas carbónico por una lejía concentrante de potasa. Cuando no se manifestó más absorción, leímos de nuevo el volumen residual, resultando ésta de 7,10 centímetros cúbicos; luego el carbónico absorbido fué de 2,40 centímetros cúbicos. Para 1.000 centímetros cúbicos de agua termal se obtendrían 10,32 centímetros cúbicos de carbónico (1 litro de carbónico pesa, a 0° y 760 milímetros, 1,5241 gramos).

La presión en el momento que hicimos el ensayo era de 707 milímetros y la temperatura del agua que rodeaba la bureta, 29°,3.

Hechas las correcciones de presión y temperatura, el peso de un litro de carbónico a 707 milímetros y 29°,3° es de 1,282,gramos, luego

cada 1.000 centímetros cúbicos de agua termal recién extraída y a su temperatura de emergencia, contienen de carbónico libre y parte también del carbónico de los bicarbonatos alcalino térreos, *0,013230 gramos de carbónico por un litro de agua termal a 29°,95.*

Valoración del oxígeno disuelto en el agua termal. — Llevados los 4,10 centímetros cúbicos de gases restantes al segundo laboratorio para absorber el oxígeno por el pirogallato potásico, después que no se marcaba más absorción, dió un volumen en la bureta medidora de 3,95 centímetros cúbicos, siendo, por lo tanto, el oxígeno absorbido en el segundo laboratorio $4,10 - 3,95 = 0,15$ centímetros cúbicos por cada 232,5 centímetros cúbicos de agua termal; luego para 1.000 centímetros cúbicos a la temperatura de emergencia, tendríamos *0,64 centímetros cúbicos.*

Valoración del nitrógeno residual junto con el argón y los demás gases del aire. — Por cada 232,5 centímetros cúbicos de agua termal quedaron sin absorber 3,95 centímetros cúbicos; luego por cada 1.000 centímetros cúbicos se obtendrían *16,98 centímetros cúbicos* de nitrógeno.

En resumen, por cada 1.000 centímetros cúbicos de agua termal recién tomados en el manantial y a su temperatura de emergencia, 29°,95, tenemos

10,32 cm.³ de carbónico libre y parte del de los bicarbonatos.
0,64 cm.³ de oxígeno.
16,98 cm.³ de nitrógeno, argón, etc., etc.

Total . . . 27,94 cm.³ de gases disueltos.

Cantidad apreciable para poder afirmar que el burbujeo que se nota en las piscinas debe ser ocasionado en una gran parte por los gases disueltos en el agua.

Valoración del oxígeno disuelto por el procedimiento Mohr. Aforé la pipeta Mohr hasta su trazo, dándome un volumen de 103,3 centímetros cúbicos en vez de los 100 centímetros cúbicos que tiene grabados en el vidrio. Preparé una disolución de sulfato ferroso puro exento de sal férrica, disolviendo 15 gramos de sulfato en 500 centímetros cúbicos de agua destilada, añadiendo después 80 centímetros cúbicos de sulfúrico concentrado y, por último, agua destilada hasta completar un litro.

Con la disolución de permanganato potásico valorada, gasté, por cada 25 centímetros cúbicos de sulfato ferroso, 106,85 centímetros cúbicos

bicos de permanganato, o sea, por cada 4 centímetros cúbicos de sulfato ferroso, 17,1 centímetros cúbicos de permanganato. Cargué la pipeta Mohor, modificada por A. Levy, con el agua recién tomada del manantial, y abriendo sus llaves introduje 1,2 centímetros cúbicos de potasa cáustica a 45° B y 4 centímetros cúbicos de la disolución valorada de sulfato ferroso, vaciando por la llave inferior el volumen de los $1,2 + 4 = 5,2$ centímetros cúbicos de los reactivos añadidos. Después de cinco horas vacié todo el contenido de la pipeta en un Erlenmeyer, lavándola perfectamente con ácido sulfúrico, medio normal aproximadamente.

Disuelto el hidrato formado valoré en seguida con el permanganato, obteniendo los siguientes resultados:

Permanganato gastado en el ensayo de los 4 c. c. de sulfato ferroso	17,1 c. c.
Permanganato gastado en el ensayo de Mohor	16,4
	0,7
<i>La diferencia</i>	0,7 c. c.

representa la sal ferrosa que pasó a férrica por la acción del oxígeno disuelto en el agua. Dada la valoración del permanganato en oxígeno, que es: cada centímetro cúbico equivale a 0,1 miligramo de oxígeno, los 0,7 centímetros cúbicos de permanganato equivaldrán a 0,7 miligramos de disueltos en $103,3 - (1,2 + 4) = 98,1$ centímetros cúbicos.

Por lo tanto, en un litro de agua termal hay 0,71 miligramo de oxígeno disuelto, que, a la presión de 707 milímetros y temperatura de 29°,3 a que se hizo el otro ensayo en el aparato Petterson, representan 0,60 centímetros cúbicos de oxígeno, valor que, con ligera diferencia, coincide con el encontrado.

Valoración de los iones ferroso y férrico. — Ion ferroso. — Empleamos para este ensayo el permanganato valorado del ensayo anterior, el cual equivale, cada centímetro cúbico, a 0,000694 gramos de ion ferroso Fe''.

Tomamos 250 centímetros cúbicos de agua termal recién recogida, y cuando adquirió la temperatura ambiente añadimos un poco de sulfúrico y en seguida el permanganato valorado.

Gastamos para los 250 centímetros cúbicos, 0,2 centímetros cúbicos de permanganato, que equivale a 0,000138 gramos de ion ferroso Fe'', luego la cantidad de *ion ferroso contenido en el agua* a la temperatura ambiente es de 0,000552 gramos de Fe'' por litro.

Hierro total. — Tomamos otros 250 centímetros cúbicos de agua termal a la temperatura ambiente, después de reducir el ion férrico por hidrógeno nascente (sulfúrico más cinc puro), gastamos del permanganato potásico anterior 0,45 centímetros cúbicos o sea 1,85 centímetros cúbicos para 1.000 centímetros cúbicos de agua termal. Teniendo en cuenta su equivalencia en hierro resulta, para los 1.000 centímetros cúbicos de agua termal, 0,00128 gramos de hierro total.

Calculado este resultado en sexquióxido de hierro, la riqueza sería de 0,00180 gramos por litro medido a la temperatura ordinaria.

<i>Resumen.</i> — Hierro total por litro	0,00128	gr.
Ion ferroso Fe ^{''}	0,000552	»
	<hr/>	
Ion férrico, por diferencia Fe ^{'''}	0,000728	»

Preparación de las muestras para la valoración del carbónico total. — Tomamos cuatro matraces Jena de 300 centímetros cúbicos, y bien lavados, secos, numerados y tarados con su tapón de caucho, procedimos a llenarlos del siguiente modo:

Matraz núm. 1. — Tara del matraz	76,1543	gr.
Se cargó en él una pequeña cantidad de cal apagada pura, y se cerró perfectamente, dando el siguiente peso	80,3165	»
	<hr/>	
Cal cargada Ca (OH) ₂	4,1622	»

Este matraz le preparamos de este modo para valorar después en el laboratorio la cantidad de carbónico que pudiera aportar este reactivo.

Matraz núm. 2. — Tarado este matraz con su tapón nos dió el siguiente peso: 71,8580 gramos.

Preparamos un tapón de caucho bihoradado que ajustaba bien a la boca de todos los matraces, provisto de dos tubos de cristal para servirnos de él al llenar los matraces en el manantial a fin de no perder nada de carbónico.

Se cargó en este matraz un poco de cloruro cálcico cristalizado y puro para facilitar la descomposición de los carbonatos alcalinos, y dió el siguiente peso.	74,1898	gr.
La tara era de	71,8580	»
	<hr/>	
Peso del cloruro cálcico cargado	2,3318	»

cantidad más que suficiente para descomponer los carbonatos alcalinos, pues generalmente se aconseja cargar alrededor de 1,5 gramos.

En seguida añadimos la cal apagada pura igual a la cargada en el matraz número 1, procurando cargar alrededor de 3 gramos.

Cargado el matraz y cerrado con la cal apagada y el cloruro cálcico, dió el siguiente peso	77,4384 gr.
Pesada anterior	74,1898 »
	<hr/>
Peso del hidrato cálcico cargado	3,2486 »

Llevamos este matraz, cerrado, al manantial, y colocado el tampón bihoradado, lo sumergimos en la charca, regulando la entrada lenta del agua por medio del tubo de cristal de mayor longitud, obturado parcialmente con el dedo; cuando se llenó las dos terceras partes, lo cerramos con su tapón herméticamente, lo secamos exteriormente, y cuando ya estaba frío, lo pesamos, dando el siguiente peso

234,1569 gr.	
La pesada anterior con la cal y el cloruro cálcico dió . . .	77,4384 »
	<hr/>
Peso del agua termal cargado en el matraz núm. 2.	156,7185 »

Matraz núm. 3. — Se verificaron las cargas en igual forma, obteniendo los siguientes pesos:

Tara	79,9869 gr.		
Con el cloruro cálcico.	81,2714 »	Peso del cloruro . . .	1,2845 gr.
Con el cloruro y la cal.	84,5260 »	Peso de la cal . . .	3,2546 »
Con el cloruro, la cal y el agua de Jabalcuz	273,4214 »	Peso del agua . . .	188,8954 »

Matraz núm. 4. — Hicimos las siguientes pesadas:

Tara	81,1180 gr.		
Con el cloruro cálcico.	82,6024 »	Peso del cloruro . . .	1,4844 gr.
Con el cloruro y la cal.	86,7019 »	Peso de la cal . . .	4,0995 »
Con el cloruro, la cal y el agua	252,2322 »	Peso del agua . . .	165,5303 »

CAPÍTULO V

(Continúa el estudio del Sr. D. Camilo Vega.)

ENSAYOS EN EL LABORATORIO

Análisis cuantitativos.

Determinación del carbónico total en el agua mineral de Jabalcuz. — Montamos en el laboratorio el aparato para la valoración del carbónico total, del tipo ideado por M. A. Kling, con algunas modificaciones que nuestra práctica nos ha aconsejado.

La instalación se compone: de un refrigerante de reflujo para evitar el arrastre de vapor, enchufado a un tapón de caucho bihoradado, acometiendo en el otro taladro un tubo embudo de bola con su llave, para cargar el ácido necesario para el ataque, y enlazado este tubo de bola con un tubo Winckler, borbotador en espiral, para retener el carbónico del aire.

Al extremo superior del refrigerante van enlazados en serie: 1.º, un borbotador de bolas con sulfúrico puro para retener el agua arrastrada; 2.º, un tubo en V, con pómez sulfúrica para retener las últimas porciones de agua; 3.º, un borbotador (A) de bolas, cargado con solución de potasa cáustica pura de densidad 1,3, destinado a recoger el carbónico desprendido; 4.º, un tubo en V (B), con pómez potásica en la rama que enlaza con el anterior, para retener las últimas porciones de carbónico, y en la otra rama con cloruro cálcico fundido y granulado, para retener el agua desprendida durante la absorción del carbónico, y por último un tubo grande en V como defensa para evitar las entradas de vapor acuoso y carbónico atmosféricos.

Se procedió a ensayar lo primero el matraz número 1, que cargamos en Jabalcuz con la cal apagada, para dosar el carbónico que pudiese contener, a fin de evitar errores en los ensayos.

Pesado el tubo de bolas A con la disolución de potasa, nos dió, antes del ensayo.	103,5260 gr.
Pesado el tubo en V. B. con el cloruro cálcico fundido y la pómez sulfúrica, nos dió, antes del ensayo.	46,6681 »

Cargamos en el tubo embudo de bola el ácido clorhídrico para el ataque, y acoplado al matraz número 1, con un poco de agua destilada y hervida, y puesto en marcha el aparato, cuando ya cesó el desprendimiento de carbónico y después de arrastrar las últimas porciones por medio de aire purgado de carbónico que había pasado por el tubo espiral, obtuvimos, al pesar los tubos A y B, los siguientes resultados:

Pesada, después de la absorción del A	103,5431 gr.	
Pesada inicial	103,5260 »	
	<hr/>	
Carbónico absorbido		0,0171 gr.
Pesada, después de la absorción del B. . . .	46,6758 gr.	
Pesada inicial	46,6681 »	
	<hr/>	
Carbónico absorbido		0,0077 »
Total carbónico desprendido y absorbido. . . .		0,0248 »

Este carbónico corresponde a 4,1622 gramos de cal cargados en el matraz, luego por cada gramo de cal se aportan 0,0059 gramos de CO₂.

PRIMER ENSAYO CON EL AGUA DE JABALCUZ PARA DETERMINAR EL CARBÓNICO TOTAL:

Matraz núm. 2. — Cantidad de agua cargada en Jabalcuz	156,7185 gr.	
Cantidad de cal	3,2486 »	
Peso del tubo de bolas A después de la absorción.	110,6471 gr.	
Antes	110,5988 »	
	<hr/>	
CO ₂ absorbido		0,0483 gr.
Peso del tubo B después de la absorción. . . .	46,6386 gr.	
Antes	46,6345 »	
	<hr/>	
CO ₂ absorbido		0,0041 gr.
Total del carbónico desprendido		0,05240 »
Carbónico aportado por los 3,2486 gramos de cal		0,01916 »
	<hr/>	
Total del carbónico desprendido en los 156,7185 gramos de agua.		0,03324 gr.

Luego por cada 1.000 gramos de agua de Jabalcuz se desprenderían 0,21180 gramos. Como el peso específico del agua, según hemos visto, es de 1,002 cada 1.002 gramos de agua, o sea *un litro*, desprendería 0,21225 gramos de CO₂.

SEGUNDO ENSAYO:

Matraz núm. 3. — Cantidad de agua cargada	188,8954 gr.
Cantidad de cal	3,2546 »
Peso del tubo A (nuevamente cargado con KOH), después de la absorción	103,4714 gr.
Antes	103,4271 »
CO ₂ absorbido	0,0443 gr.
Pesó el tubo B después de la absorción	46,6580 gr.
Antes	46,6431 »
CO ₂ absorbido	0,0149 gr.
Total carbónico desprendido	0,0592 »
Carbónico aportado por los 3,2546 gramos de cal	0,0192 »
Total carbónico desprendido en los 188,8954 gramos de agua	0,0400 »

Luego para 1.000 gramos de agua de Jabalcuz se desprenderían 0,21176; cada 1.002 gramos de agua, o sea *un litro*, desprendería 0,21219 gramos de CO₂.

TERCER ENSAYO:

Matraz núm. 4. — Cantidad de agua cargada	165,5303 gr.
Cantidad de cal	4,0995 »
Pesó el tubo A después	103,5205 gr.
Antes	103,4714 »
CO ₂ desprendido	0,0491 »
Pesó el tubo B después	46,6681 gr.
Antes	46,6580 »
CO ₂ desprendido	0,0101 »
Total CO ₂ desprendido	0,0592 »

Restando de la suma anterior el carbónico aportado por los 4,0995 gramos de cal, que es 0,0242, resulta que el total carbónico desprendido en los 165,5303 gramos de agua es de 0,350 gramos.

Luego por cada 1.000 gramos de agua de Jabalcuz se desprenderían 0,21169 gramos. Cada 1.002 gramos de agua, o sea *un litro*, desprendería *C,21212* gramos de CO_2 .

<i>Resumen.</i> — En el primer ensayo	0,21223
En el segundo ensayo	0,21219
En el tercero ensayo.	0,21212

Como promedio tenemos que el carbónico total correspondiente a *un litro de agua de Jabalcuz, a 15°, es de 0,21218* gramos de CO_2 .

Calculando en anión CO_3H equivale a 0,294202 gramos, y en moliones 0,004822.

Determinación del cloro contenido en el agua de Jabalcuz. — **PRIMER ENSAYO:** Para esta determinación tomamos 2.000 centímetros cúbicos de agua de Jabalcuz, medidos a 15° en matraz aforado y contrastado a dicha temperatura.

Distribuimos el contenido del matraz en cinco vasos Jena de 500 centímetros cúbicos y vertimos en cada uno un poco de ácido nítrico y después disolución de nitrato de plata, disolución al 10 por 100 aproximadamente.

Guardamos los vasos en la oscuridad, y a las veinticuatro horas comprobamos si precipitaba aún por el nitrato de plata. Siendo suficiente la cantidad, se filtró el contenido de los cinco vasos a través de un solo filtro de cenizas conocidas. Después de lavado perfectamente el cloruro de plata, hasta que no acusaba la presencia del nitrato cargado en exceso, se desecó en la estufa a 110° y se verificó la calcinación del filtro aparte del precipitado. Las cenizas fueron rociadas con nítrico y clorhídrico para transformar el subcloruro en cloruro de plata. Se reunió el precipitado con las cenizas, y después de tratarlo de igual modo que aquéllas, quedó perfectamente blanco y se calcinó hasta ligera fusión del cloruro, para evitar las pérdidas por volatilización.

El aspecto del cloruro era amarillo transparente, libre de cutícula o puntos de plata metálica, que proceden, cuando no se practica con cuidado esta operación, de la reducción del cloruro por el carbono del filtro. Enfriado el crisol en el desecador nos dió el siguiente peso:

Crisol de porcelana con el cloruro más las cenizas	8,8887	gr.
Tara del crisol.	8,7586	»
	<hr/>	
Cloruro más cenizas	0,1301	»
Cenizas del filtro.	0,000056	»
	<hr/>	
En 2 litros: Cloruro de plata	0,130044	»

Por litro de agua, 0,065022 gramos.

Con el cloruro de plata se precipitaría, si lo hubiese, parte de bromo y yodo al estado de bromuros. Como en el ensayo que hicimos sobre el residuo de una evaporación de 8 litros no pudimos apreciar la presencia del bromo ni del yodo, calculamos todo el precipitado como cloruro de plata.

Para determinar el cloro correspondiente, multiplicamos por el factor de cálculo 0,24738, resultando que por *litro de agua de Jabalcuz existen de cloro 0,01608 gramos.*

SEGUNDO ENSAYO: Se realizó sobre otros 2.000 centímetros cúbicos de agua de Jabalcuz, precipitando, lavando y calcinando con análogos cuidados que en el ensayo anterior, y obtuvimos el siguiente resultado:

Crisol lleno	7,7915	gr.
Tara crisol	7,6612	»
	<hr/>	
	0,130500	»
Cenizas	0,000056	»
	<hr/>	
Cloruro de plata.	0,130244	» en 2 litros.

Por litro de agua, 0,065122.

Cloro correspondiente por litro, 0,01610.

Promedio de los dos ensayos: *Cloro por litro, 0,01609.*

Determinación de la sílice. — En las primeras evaporaciones que hicimos para determinar la totalidad de elementos fijos por litro de agua a 15°, operamos en cápsula de platino y evaporamos 8 litros de agua en bañomaría eléctrico. La cápsula de platino de que disponíamos permitía cargar 200 centímetros cúbicos de cada vez; como la evaporación la llevamos lenta, protegida además la cápsula con un embudo, para evitar la entrada de polvo, tardamos en evaporar los 8 litros unos veinte días. Al tratar de pesar este residuo, desecado pre-

viamente a 110°, nos variaba constantemente de peso por la gran higroscopidad de las sales contenidas en el residuo de la evaporación. Los datos de estos resultados figuran en el epígrafe correspondiente.

Desecado a 160° variaba también con gran rapidez, por lo que desistimos de valorar la totalidad de los elementos fijos en cápsula abierta.

Por igual motivo no valoramos el residuo fijo al rojo, pues la pesada no se podía realizar con precisión.

La determinación del residuo, como veremos más adelante, la hemos verificado sobre menor cantidad, pero en recipiente de cierre hermético, para evitar la absorción del vapor acuoso atmosférico.

En el residuo de los 8 litros investigamos la sílice, evaporando varias veces al bañomaría, con clorhídrico concentrado, y después en la estufa, sin pasar de 110°, para evitar pérdidas por volatilización de algunos cloruros y la formación de silicatos inatacables por el clorhídrico.

Se añadió agua y un poco de clorhídrico y se comenzó a lavar, filtrando por decantación para disolver con la menor cantidad de agua y de clorhídrico los cloruros que teníamos en la cápsula de platino. El líquido se recogió en dos matraces contrastados de 1.000 centímetros cúbicos, pasando después los 2.000 centímetros cúbicos a un frasco bien lavado y seco, lavando los matraces con el mismo líquido para igualar la dilucción del líquido que quedaba en las paredes.

En los últimos lavados se apreciaba un residuo blanco, no gelatinoso, el cual no se vertió al filtro hasta que las aguas de lavado no acusaron presencia de ningún cuerpo al evaporar unas gotas sobre la espátula de platino.

Se desecó en la estufa a 110° y se calcinó fuertemente en crisol de platino, quedando la sílice completamente blanca.

Peso del crisol de platino más la sílice.	20,7524	gr.
Tara del crisol de platino	20,5744	»
<hr/>		
Sílice más cenizas	0,1780	»
Cenizas del filtro.	0,000056	»
<hr/>		
Sílice más titano, si lo hubiese	0,177944	» en 8 litros.
Que representan por un litro	0,022243	»

Se repitió el ensayo otras dos veces, evaporando en cada vez 8 litros de agua de Jabalcuz, medidos a 15° en matraz contrastado, obteniendo en la segunda determinación el siguiente resultado:

Peso del crisol de platino más la sílice.	20,7522	gr.
Tara del crisol.	20,5743	»
	<hr/>	
Sílice más cenizas	0,1779	»
Cenizas.	0,000056	»
	<hr/>	
Sílice.	0,177844	»
Que representan por litro	0,0222305	»

En el tercer ensayo obtuvimos:

Peso del crisol de platino.	20,7523	gr.
Tara	20,5742	»
	<hr/>	
Diferencia	0,1781	»
Cenizas.	0,000056	»
	<hr/>	
Sílice	0,178044	»
Que representa por litro	0,0222555	»

El promedio de los tres ensayos nos da 0,02224 gr. por litro.

Este último ensayo lo sometimos al tratamiento por fluorhídrico, no quedando residuo alguno, por lo que el resultado anterior lo podemos considerar todo como sílice.

En resumen: Tenemos sílice — SiO_2 0,02224 gr. por litro.
 Calculado en *anión*, ácido metasilícico — $\text{Si O}_3 \text{H}_2$,
 el resultado anterior equivale a. 0,028884 »
 y en *mol-iones* a. 0,000368 »

Guardados los 2.000 centímetros cúbicos de líquido filtrado de disolución clorhídrica en su frasco correspondiente, fueron marcados con las letras A, B, C, indicando en su etiqueta que procedían de 8 litros de agua de Jabalcuz.

Determinación del anhídrido sulfúrico. — Primer ensayo. — Del frasco A, correspondiente al primer ensayo de la sílice, tomamos 200 centímetros cúbicos, equivalentes a 0,8 litros de agua de Jabalcuz, y en caliente y con agitación mecánica, precipitamos el sulfúrico por el

cloruro bórico en disolución al 10 por 100, procurando no cargar gran exceso, para lo cual, después de cada adición y ebullición comprobamos si precipitaba, añadiendo unas gotas de cloruro bórico. Cuando no se apreció más precipitado, añadimos unas cuantas gotas más y al siguiente día se filtró. Al empezar a filtrar volvimos a comprobar con una gota de cloruro bórico, y no dando precipitado, seguimos filtrando y lavando con agua caliente, por decantación, hasta que las aguas de lavado no acusaron la presencia del cloruro bórico que retiene con facilidad el sulfato bórico. Al precipitado que quedó en el vaso, para eliminar las últimas porciones de sales bóricas y hierro que pudieran existir, se le calentó con clorhídrico diluído y se lavó repetidas veces, evaporando a sequedad el líquido filtrado con algunas gotas de cloruro bórico. Se añadió agua y filtró, reuniendo todo el precipitado en el filtro, lavándolo hasta que no se acusó la presencia de cloruro bórico. Resultado obtenido:

Crisol de platino, más el sulfato bórico, más las cenizas	22,7383	gr.
Tara del crisol	20,5736	»
	<hr/>	
Sulfato bórico más cenizas	2,1647	»
Cenizas	0,000056	»
	<hr/>	
Sulfato bórico obtenido de 0,8 litros de agua de Jabalcuz	2,164644	»

Factor para calcularlo en anhídrido sulfúrico (SO_3) 0,343, que representa 0,742472 gramos de SO_3 en 0,8 litros de agua, o sea por *litro de agua de Jabalcuz a 15º, 0,92809 gramos.*

SEGUNDO ENSAYO. — Se tomaron 200 centímetros cúbicos de la disolución clorhídrica contenida en el frasco B, y operando en igual forma obtuvimos el siguiente resultado:

Crisol de platino, lleno	22,7384	gr.
Tara	20,5735	»
	<hr/>	
	2,1649	»
Cenizas	0,000056	»
	<hr/>	
Sulfato bórico	2,164844	»
que representa, por <i>litro de agua de Jabalcuz</i>	0,92817	»

Como la diferencia entre los pesos de sulfato bórico de los dos ensayos representa sólo una décima de miligramo, desistimos de ha-

cer un tercer ensayo, tomando el promedio de los dos anteriores; por lo tanto:

La riqueza en anhídrido sulfúrico del agua de Ja-

balcuz, es de	0,92813	gr. por litro.
Calculada esta riqueza en ion SO_4 resulta de. . .	1,113616	»
y en mol-iones	0,011592	»

Determinación de la alúmina (Al_2O_3) y del hierro (Fe_2O_3).— Por el tanteo que hicimos para apreciar la cantidad de alúmina y hierro que tenía el agua de Jabalcuz, vimos que para poder pesar cantidades apreciables, era preciso tomar cantidades superiores a 500 centímetros cúbicos de disolución clorhídrica.

PRIMER ENSAYO. — Tomamos 1.000 centímetros cúbicos de solución clorhídrica del frasco A, equivalentes a 4.000 centímetros cúbicos de agua de Jabalcuz a 15° . Añadimos un poco de ácido nítrico concentrado y hervimos durante largo rato para oxidar bien el hierro. Precipitamos después por el amoníaco puro, procurando no cargar exceso, y lo llevamos al bañomaría eléctrico. A las cuatro horas estaba aglomerado el precipitado coposo de los hidratos. Se filtró lavando con agua amoniacal y lo desecamos en la estufa, calcinando después en crisol de porcelana durante más de una hora.

Resultados:

Crisol más precipitado	8,5004	gr.
Tara	8,4926	»
	<hr/>	
	0,0078	»
Cenizas	0,000056	»
	<hr/>	
En 4.000 c. c. de agua	0,007744	»
<i>Alúmina más hierro por litro</i>	0,001936	

SEGUNDO ENSAYO. — Tomamos otros 1.000 centímetros cúbicos del frasco B, y obtuvimos:

Crisol más precipitado	7,9599	gr.
Tara	7,9520	»
	<hr/>	
	0,0079	»
	0,000056	»
	<hr/>	
	0,007844	»
<i>Alúmina más hierro, en un litro.</i>	0,001961	»
Promedio de los dos ensayos	0,00195	»

Por los buenos resultados obtenidos en la calcinación desistimos de hacer un tercer ensayo.

Determinación del hierro (Fe_2O_3). — Los óxidos de alúmina y hierro que teníamos en el primer crisol, los disolvimos a suave calor en una mezcla de ocho partes de sulfúrico puro concentrado y tres partes de agua destilada. Disueltos perfectamente, vertimos el contenido del crisol a un matraz Erlenmeyer, lavando el crisol con agua y sulfúrico.

Cargamos en el matraz cinc puro para reducir la sal férrica por el hidrógeno nascente, facilitando el ataque con un hilo de platino.

Cuando por ensayo con el sulfocianuro se vió que estaba toda la sal férrica reducida a ferrosa, añadimos un poco de bicarbonato para tener una atmósfera de carbónico y valoramos el hierro con una disolución de permanganato potásico, cuyo equivalente por centímetro cúbico era 0,000772 gramos de Fe_2O_3 .

Gastamos de permanganato 9,50 centímetros cúbicos, lo que representa una riqueza de hierro Fe_2O_3 0,007534 gramos en los 1.000 centímetros cúbicos de solución clorhídrica equivalentes a 4.000 centímetros cúbicos de agua de Jabalcuz a 15°.

Riqueza en hierro Fe_2O_3 por litro de agua 0,00183 gramos.

Repetido el ensayo con el contenido del segundo crisol, se obtuvo igual resultado.

Resumen:

Riqueza en alúmina más hierro por litro .	0,00195	gr.
Riqueza en hierro Fe_2O_3 por litro	0,00183	»
Riqueza en alúmina Al_2O_3	0,00012	»

Calculado el hierro Fe_2O_3 en cationes F'' resulta por litro	
de agua de Jabalcuz a 15°	0,001279 gr.
Y en mol-iones	0,000022 »
Calculada la alúmina en cationes Al''' resulta por litro de	
agua de Jabalcuz a 15°	0,000063 gr.
Y en mol-iones	0,000002 »

En el ensayo cualitativo hecho sobre el residuo de una evaporación de 4.000 centímetros cúbicos, investigamos el manganeso; calen-

tándole con óxido pulga y ácido nítrico (después de desalojar el cloro mediante la evaporación del residuo con ácido sulfúrico); no se coloreó el líquido, lo que nos demuestra que no hay manganeso en cantidades apreciables; por esta razón damos el peso de los hidratos como sólo de alúmina y hierro.

Determinación de la cal (CaO). — PRIMER ENSAYO. — Como la cantidad de cal, por el ensayo cualitativo, pudimos apreciar que era notable; tomamos en un vaso 100 centímetros cúbicos de solución clorhídrica del frasco A, que equivalen a 400 centímetros cúbicos de Jabalcuz a 15°.

Oxidamos primeramente el hierro, hirviendo con nítrico, y después añadimos amoníaco hasta ligero olor, dejando el vaso en el baño-maría eléctrico durante cuatro horas. Filtramos para separar los hidratos de alúmina y hierro, y al líquido filtrado añadimos cloruro amónico en exceso para evitar la precipitación de la magnesia.

Después se añadió ácido acético y, por último, precipitamos (a ebullición, con agitación mecánica) la cal por el oxalato amónico, hasta que no daba más precipitado. Se dejó veinticuatro horas en reposo, y al siguiente día se filtró y lavó el precipitado de oxalato cálcico, obteniendo el siguiente resultado, después de desecar y calcinar fuertemente, por primera vez, en crisol de platino durante una hora.

Crisol de platino + CaO + cenizas . . .	20,8050	gr.
Tara	20,5736	»
	0,2314	»
Segunda calcinación durante una hora . .	20,8049	gr.
Tara	20,5736	»
	0,2313	»
CaO + cenizas	0,000056	»
Cenizas		»
	0,231244	»
En 400 c. c. de agua de Jabalcuz, CaO . .		»

Que representa, *por litro de agua de Jabalcuz a 15°, 0,57811 gramos de CaO.*

SEGUNDO ENSAYO. — Tomamos otros 100 centímetros cúbicos de

solución clorhídrica del frasco B, y siguiendo igual marcha, obtuimos, calcinando durante dos horas:

Crisol de platino + CaO + cenizas . . .	20,8045	gr.
Tara	20,5734	»
CaO + cenizas	0,2311	»
Cenizas	0,000056	»
En 400 c. c. de agua, CaO	0,231044	»

Que representa, *por litro de agua de Jabalcuz, 0,57761 gramos de CaO.*

Estos dos ensayos difieren en cinco unidades del cuarto orden, pudiendo darlos como buenos, por lo cual tomamos el promedio, resultando que la *riqueza en cal (CaO) del agua de Jabalcuz a 15°, es de 0,57786 gramos.*

Calculada la cal CaO en cationes Ca⁺⁺ resulta, por litro de

agua de Jabalcuz a 15°	0,412963	gr.
Y en mol-iones	0,010306	»

Determinación de la magnesia (MgO). — PRIMER ENSAYO. — El líquido filtrado del primer ensayo de la cal lo concentramos, reduciéndolo, próximamente, a la mitad, y añadimos amoníaco concentrado, no apareciendo precipitado alguno.

Después precipitamos la magnesia por el fosfato sódico al estado de fosfato amónico magnésico. Esta precipitación la hicimos a un calor suave, con la agitación mecánica, apareciendo perfectamente limpios los cristalitos de fosfato amónico magnésico.

Al siguiente día filtramos y lavamos con agua amoniacal, llevándolo después a la estufa. Se incineró aparte el filtro y calcinó en crisol de porcelana. Las cenizas y el precipitado se rociaron con nítrico diluído, para blanquear bien el pirofosfato resultante de la calcinación.

Resultados:

Crisol de porcelana, lleno	7,9563	gr.
Tara	7,7908	»
	0,1655	»
Cenizas	0,000056	»
	0,165444	»

en los 400 c. c. de agua.

SEGUNDO ENSAYO. — Sobre lo filtrado en el segundo ensayo de la cal:

Crisol lleno	8,4202	gr.
Tara	8,2548	»
	<hr/>	
	0,1654	»
	0,000056	»
	<hr/>	
	0,165344	»

en los 400 c. c. de agua.

Promedio de los dos ensayos.	0,16539	gr.
Factor	0,36207	»
Magnesia en un litro de agua de Jabalcuz. . .	0,14970	gr. MgO.
Calculada en cationes Mg"	0,090295	gr.
Y en mol-iones	0,003712	»

Determinación de los álcalis. — Tomamos 500 centímetros cúbicos de solución clorhídrica de agua de Jabalcuz medidos a 15°.

Los evaporamos a sequedad en la cápsula de platino, por si hubiese pasado algo de sílice coloidal. El residuo se trató de nuevo por clorhídrico concentrado hasta sequedad y después a la estufa a 110°. Se añadió agua y un poco de clorhídrico y se filtró, recogiendo el líquido en un vaso para precipitar el sulfúrico. Incinerado el filtro y pesado no dió aumento de peso en sus cenizas, luego no había quedado nada de sílice sin insolubilizar al comenzar los ensayos. En el líquido del vaso precipitamos el sulfúrico con los mismos cuidados que cuando se practicó la determinación. Separado el sulfúrico en forma de sulfato bórico, evaporamos a sequedad, y tratamos el residuo por agua hirviendo después con ligero exceso de lechada de cal pura para precipitar la mayor parte de la cal y de la magnesia.

Se filtró y lavó bien el precipitado, y en lo filtrado precipitamos la barita, estronciana y cal por el carbonato amónico tras la adición del amoníaco, añadiendo, por último, un poco de oxalato amónico para la precipitación completa de la cal. Se esperó a que se depositase el precipitado, filtramos y lavamos perfectamente por decantación, evaporando a sequedad lo filtrado en la cápsula de platino.

Este residuo fué enrojecido con cuidado para expulsar las sales amónicas.