

REVISTA

DE LA

ACADEMIA DE CIENCIAS

EXACTAS, FÍSICO-QUÍMICAS Y NATURALES

DE

ZARAGOZA

\*

TOMO IV

1919

\*

ZARAGOZA

Tip. de F. Gambón. - Canfranc, 3, y Valencia, 2

1921

# ÍNDICE

DE LAS MATERIAS CONTENIDAS EN ESTE TOMO



|  | PÁGS. |
|--|-------|
| I.—Personal de la Academia . . . . .   | 3     |
| II.—Escalafón general por orden de asistencias . . . . .   | 7     |
| III.—Protectores de la Academia . . . . .  | 8     |
| IV.—La Regularización Estival del Ebro, por <i>D. Manuel Lorenzo Pardo</i> . . . . .   | 9     |
| V.—Régimen de funcionamiento del Pantano del Ebro, por <i>D. Manuel Lorenzo Pardo</i> . . . . .  | 55    |
| VI.—Discurso de ingreso en la Academia de D. José Cruz Lapazarán . . . . .   | 88    |
| VII.—Discurso de contestación, por el R. P. Longinos Navás, S. J. . . . .  | 104   |
| VIII.—Discurso de ingreso en la Academia de D. Jerónimo Vecino y Varona, sobre la constitución de la materia según las ideas actuales . . . . .            | 116   |
| IX.—Discurso de contestación, por el Dr. D. Antonio de Gregorio Rocasolano . . . . .   | 139   |
| X.—Discurso de ingreso en la Academia de D. Carlos Mendizábal Brunet . . . . .   | 149   |
| XI.—Discurso de contestación, por el Dr. D. Gonzalo Calamita y Alvarez. . . . .  | 179   |
| XII.—La significación de la Electroquímica industrial contemporánea, por <i>D. Casimiro Lana</i> . . . . .   | 189   |
| XIII.—Los torrentes de erosión aragoneses. Discurso leído por el académico D. N. Ricardo García Cañada, en el acto de su recepción en la Academia. . . . . | 213   |
| XIV.—Discurso de contestación, por D. Pedro M. <sup>a</sup> de Ayerbe . . . . .  | 272   |
| XV.—Comunicaciones Entomológicas.—3. Insectos exóticos, por el <i>R. P. Longinos Navás, S. J.</i> . . . .  | 287   |

Impreso el día 21 de Abril de 1921

FIN DEL TOMO IV

# PERSOÑAL DE LA ACADEMIA

A 1 DE ENERO DE 1919

## JUNTA DE GOBIERNO

PRESIDENTE. *D. Zoel García de Galdeano y Yanguas.*

VICEPRESIDENTE. *D. Antonio de Gregorio y Rocasolano.*

TESORERO. *D. Adoración Ruiz y Tapiador*

BIBLIOTECARIO. *D. Graciano Silván González.*

SECRETARIO PERPETUO. *D. Manuel Lorenzo Pardo.*

## ACADÉMICOS NUMERARIOS

### SECCIÓN DE EXACTAS

PRESIDENTE. *D. Miguel Mantecón.* — (Medalla núm. 7). 27 de Marzo de 1916. Avenida Central, «Villa Teresa».

VICEPRESIDENTE. *D. José Rius y Casas.* — (Medalla núm. 13). 27 de Marzo de 1916. Sanz de Varanda, 10.

SECRETARIO. *R. P. Patricio Mozota.* — (Medalla núm. 10). 27 de Marzo de 1916. Colegio de las Escuelas Pías.

*D. Zoel García de Galdeano Yanguas.* — (Medalla núm. 1). 27 de Marzo de 1916. Cervantes, 5.

*D. Manuel Lorenzo Pardo.* — (Medalla núm. 4). 27 de Marzo de 1916. Paseo de la Independencia, 28, dupld.º

*D. Adoración Ruiz Tapiador.* — (Medalla núm. 16). 27 de Marzo de 1916. Ponzano, 7.

*D. Graciano Silván González.* — (Medalla núm. 19). 27 de Marzo de 1916. Paseo de Sagasta, 7.

*D. Gonzalo González Salazar.* Electo el 4 de Noviembre de 1918.

*D. Antonio Lasierra.* Electo el 4 de Noviembre de 1918.

*D. Pedro Pineda.* Electo el 2 de Diciembre de 1918.

SECCIÓN DE FÍSICO-QUÍMICAS

PRESIDENTE. *D. Gonzalo Calamita Alvarez.*—(Medalla núm. 2) 27 de Marzo de 1916. Paseo de Sagasta, 20.

VICEPRESIDENTE. *D. Hilarión Gimeno Fernández-Oizarra.* — (Medalla núm. 5). 27 de Marzo de 1916. Blancas, 8.

*D. Antonio de Gregorio y Rocasolano.* — (Medalla núm. 8). 27 de Marzo de 1916. Alfonso I, 12.

*D. Román P. Marcolain San Juan.*—(Medalla núm. 11). 27 de Marzo de 1916. Sagasta, 20.

*Jtmo. Sr. D. Paulino Savirón Caravantes.*—(Medalla núm. 20). 27 de Marzo de 1916. Paseo de Ruiseñores, 22.

*D. Jerónimo Uecino.* Electo el 8 de Junio de 1916.

*D. Juan Usandizaga.* Electo el 4 de Noviembre de 1918.

*D. Carlos Mendizábal.* Electo el 4 de Noviembre de 1918.

SECCIÓN DE NATURALES

PRESIDENTE. *R. P. Longinos Navás, S. J.*—(Medalla núm. 15). 27 de Marzo de 1916. Colegio del Salvador.

VICEPRESIDENTE. *D. Pedro Ayerbe.*—(Medalla núm. 3). 27 de Marzo de 1916. Sagasta, 15.

*D. Juan Bastero Lerga.* — (Medalla núm. 6). 27 de Marzo de 1916. San Miguel, 6.

*D. Pedro Ferrando Más.* — (Medalla núm. 12). 27 de Marzo de 1916. Sagasta, 9.

*D. Pedro Ramón y Cajal.* — (Medalla núm. 18). 27 de Marzo de 1916. Costa, 10.

*D. Angel Gimeno Conchillos.*—(Medalla núm. 24). 25 de Marzo de 1917. Sagasta, 19.

*D. Nicolás Ricardo García Cañada.* Electo el 4 de Noviembre de 1918.

*D. José Cruz Lapazarán.* Electo el 4 de Noviembre de 1918.

### CORRESPONDIENTES NACIONALES

#### SECCIÓN DE EXACTAS

*D. José Gabriel Álvarez Ude.* 3 de Abril de 1916. Fernando VI, 17, Madrid.

*D. Julio Rey Pastor.* 3 de Abril de 1916. Marqués de Urquijo, 38, Madrid.

*D. Esteban Terradas e Illa.* 3 de Abril de 1916. Córcega, 331, entlo., Barcelona.

*Excmo. Sr. D. Leonardo de Torres y Quevedo.* 4 de Noviembre de 1918. Válgame Dios, 3, Madrid.

#### SECCIÓN DE FÍSICO-QUÍMICAS

*D. Blas Cabrera y Felipe.* 3 de Abril de 1916. General Martínez Campos, 1, Madrid.

*D. Rafael Luna y Nogueras.* 3 de Abril de 1916. Catedrático en la Universidad. Valladolid.

*D. Manuel Martínez Risco y Macías.* 4 de Noviembre de 1918. Fuencarral, 22, Madrid.

*D. José M.<sup>a</sup> Plans y Freyre.* 4 de Noviembre de 1918. Glorieta de Bilbao, 5, Madrid.

*R. P. José A. Pérez del Pulgar, S. J.* 4 de Noviembre de 1918. Alberto Aguilera, 25, Madrid.

SECCIÓN DE NATURALES

- R. P. Joaquin M.<sup>a</sup> de Barnola, S. J.* 3 de Abril de 1916.  
Colegio de S. Ignacio, Sarriá (Barcelona).
- D. Alfonso Benavent.* 3 de Abril de 1916. Obras Públicas,  
Lérida.
- Excmo. Sr. D. Santiago Ramón y Cajal.* 3 de Abril de 1916.  
Alfonso XII, 74, Madrid.
- D. Jesús Maria Bellido y Gotterich.* 4 de Noviembre de 1918.  
Emancipación, 32, torre, Barcelona.
- D. Cayetano Ubeda Saráchaga.* 4 de Noviembre de 1918.  
Bárbara de Braganza 10, Madrid.
-

## ESCALAFÓN GENERAL

DE SEÑORES ACADÉMICOS NUMERARIOS

POR ORDEN DE ASISTENCIAS, EN 1 DE ENERO DE 1919

---

|  |    |
|--|----|
| D. Antonio de Gregorio Rocasolano . . . . .    | 19 |
| R. P. Longinos Navás, S. J. . . . .            | 18 |
| D. Pedro Ferrando y Más . . . . .              | 17 |
| D. Zoel García de Galdeano . . . . .           | 16 |
| D. Manuel Lorenzo Pardo. . . . .               | 16 |
| R. P. Patricio Mozota, Sch. P. . . . .         | 16 |
| D. Adoración Ruiz y Tapiador . . . . .         | 16 |
| D. Paulino Savirón y Caravantes . . . . .      | 15 |
| D. Pedro Ayerbe . . . . .                      | 14 |
| D. Gonzalo Calamita . . . . .                  | 14 |
| D. José Rius y Casas . . . . .                 | 12 |
| D. Graciano Silván y González. . . . .         | 12 |
| D. Jesús María Bellido y Golferich. . . . .    | 11 |
| D. R. Pedro Marcolain San Juan . . . . .       | 11 |
| D. Manuel Martínez-Risco y Macías . . . . .    | 11 |
| D. Angel Gimeno Conchillos. . . . .            | 9  |
| D. José María Plans y Freyre . . . . .         | 9  |
| D. Juan Bastero Lerga . . . . .                | 8  |
| D. Cayetano Ubeda Saráchaga . . . . .          | 8  |
| D. Hilarión Jimeno Fernández-Vizarra . . . . . | 7  |
| D. Miguel Mantecón y Arroyo . . . . .          | 6  |
| D. Pedro Ramón y Cajal . . . . .               | 6  |

---

## Protectores de la Academia

---

Casino de Zaragoza.

Casino Mercantil.

Canal Imperial de Aragón.

Facultad de Ciencias de Zaragoza.

División Hidrológica del Ebro.

Consejo de Agricultura y Ganadería de Zaragoza.

---

INAUGURACION DEL CURSO 1919 - 1920

---

## LA REGULARIZACION ESTIVAL DEL EBRO

---

POR D. MANUEL LORENZO PARDO

---

SEÑORAS Y SEÑORES:

Según una costumbre que ha adquirido fuerza de ley, y de ley ineludible, porque es de cortesía, dedícanse en estos casos las primeras palabras a saludar a quienes honran el acto con su presencia y atención, y a expresar el agradecimiento del conferenciante hacia todos, y muy en particular hacia los causantes o promovedores de la conferencia, justificando de paso el atrevimiento de darla, aun cuando en realidad diste mucho de ser atrevido el ejercicio de una facultad, con frecuencia muy bien desarrollada.

No sucede así en este caso, ciertamente, pero se ha esforzado tanto la imaginación en estas fórmulas de cortesía, se han prodigado de tal modo las frases elocuentes para acusarse de falta de elocuencia, que la modestia justificada y sincera, y el agradecimiento verdadero y profundo, difícilmente pueden encontrar forma adecuada para manifestarse.

Recurriré a los hechos, ya que su elocuencia es la única que por mi profesión, esencialmente activa, puedo y debo poseer, y aun alegar, como justificación de mi presencia en este sitio.

Los hechos demuestran, que hasta ahora, he rehuído cuantas ocasiones y oportunidades me han sido brindadas por amigos solícitos o por personas encariñadas con la realización del pro-

yectado pantano del Ebro, para exponer en público alguno de los trabajos con él relacionados o los que he venido dedicando desde hace algún tiempo a la solución del problema planteado a nuestra economía, con caracteres de gravedad creciente, por la torrencialidad, empobrecimiento incesante y progresiva insuficiencia estival de nuestro gran río. He preferido siempre ahorrar el tiempo que ese esfuerzo,—tan grande para mí,—hubiera consumido inoportunamente, para dedicarlo al aspecto fundamentalmente eficaz y útil, al acopio de datos, de elementos de juicio y estudio, porque, en efecto, todo es poco para poder tratar con algunas garantías de acierto y algunas probabilidades de éxito, un problema de tan extraordinaria complejidad, en un país donde tanto escasean los estudios geográficos documentados y metódicos, los mapas y planos rigurosos, los observatorios..., donde los escasos antecedentes están dispersos por falta de un interés superior en su acoplamiento y organización y donde, por consiguiente, tantos obstáculos materiales encuentra a su paso la fecunda laboriosidad del investigador.

Cuando, por razones que no son del caso, pero que han subsistido hasta hoy, día de esperanza, se ha sentido la necesidad de recurrir a la divulgación como sólida base para la propaganda persuasiva, única admisible, he preferido siempre acudir a la publicación de notas, reseñas, artículos, folletos y hasta de libros, o a la exposición documental de trabajos gráficos. Cualquiera labor, por intensa y abrumadora que haya podido parecer a primera vista, me ha sido tolerable si con ella podía evitar la manifestación personal en público, que tanto contrariaba mis gustos y tanto temía.

Pero, como veis, no he conseguido mas que retrasar el momento. Este ha llegado porque la Academia de Ciencias, a cuya prosperidad debo todos mis esfuerzos, incluso éste, lo ha querido así.

Dicha agrupación, es entusiasta como todo organismo joven, y la Academia es joven con doble juventud, con la material

y pasajera del tiempo, porque lleva poco de vida, y con la espiritual que ambiciona conservar para el mejor cumplimiento de la misión que se ha señalado. Animada por este entusiasmo, atenta a los más leves latidos de nuestra vida y deseosa de colaborar en su prosperidad con el valioso concurso de sus iniciativas o de sus estímulos, la Academia de Ciencias demuestra con actos repetidos que no se ocupa tan sólo de las altas y desinteresadas elucubraciones especulativas y de las rigurosas disciplinas propias de la especialísima competencia científica de sus más distinguidos miembros, sino que se preocupa también, y mucho, con atención desvelada, de las cuestiones que afectan vitalmente al país. Por eso ha llamado a sí, para que reciban sus enseñanzas y tomen parte en sus trabajos, a los propulsores de la industria, a los que deben conocer en seguida el resultado de sus investigaciones y de sus adelantos, porque son los destinados a humanizar y generalizar los beneficios de su labor, y por eso ha requerido al más modesto para que en el día de hoy se ocupe de una cuestión que tanto afecta al interés general y al porvenir de este trozo de tierra española donde vive y trabaja la Academia.

Este requerimiento me ha obligado ya y ha de obligarme más en lo sucesivo, como corresponde a una gratitud sincera.

De vosotros, queridos amigos, compañeros y maestros míos a un tiempo, de vuestra generosidad, he recibido, entre otras, una lección de desinterés y de patriotismo que no he olvidado ni podré olvidar. Vosotros, que no tenéis cubierto ni lugar reservado en el revuelto y disputado banquete de la vida y que, a pesar de ello, trabajáis con empeño, sin que os estimule la defensa de un interés o de un provecho, o la esperanza de una conquista de beneficios, me habéis enseñado a agradecer con el ejemplo, porque he visto como agradecéis, vosotros para quienes todo agradecimiento es poco, el más modesto apoyo material que os ayuda a seguir trabajando por el bien de todos.

¡Cómo no ha de agradeceros quien ha puesto algo de su misma vida al servicio de la prosperidad de una idea, el valiosísi-

mo apoyo espiritual que vuestra autoridad científica y vuestra respetabilidad social, le prestan!

Contad también con que, con vosotros,—y como vosotros,— agradezco la presencia de las dignas autoridades que nos presiden, y de muy significativa manera la del Ilmo. Sr. Director General de Obras Públicas, mi Jefe, presencia que a vosotros os honra y a mí me confunde, aun cuando sea debida, como lo es, al interés que, como buen patriota, aragonés enaltecido e ilustre, gobernante activo, entusiasta y eficaz, viene prestando a los problemas que a su elevada competencia plantean nuestras necesidades del momento y nuestras ansias de mejora y de prosperidad para el porvenir.

Y contad, por último, con que participo de vuestro agradecimiento hacia las señoras que embellecen el acto, y hacia el distinguido público que nos presta su alentadora atención.

Para demostrar el respeto y aprecio que esta atención me merecen, propóngome hacer de ella el uso más discreto, entrando desde luego en materia.

\*  
\* \* \*

Repetidamente, con verdadera insistencia, se ha dicho, que el remedio de los pasados males de España estaba en una política dirigida hacia el fomento de la producción, hacia la conquista de una riqueza nacional olvidada o desconocida. Y no cabe duda de que aun cuando no esté en esa política toda la solución, contiene una gran parte de ella, la parte verdaderamente fundamental.

Nunca mejor que ahora, en estos momentos en que, no ya España, sino el mundo entero, está pasando por una grave crisis bajo la amenaza de un agudo empobrecimiento, en estos momentos en que todas las actividades están puestas en el problema de la distribución de la riqueza, con un olvido, que va siendo peligroso, de la necesidad en que estamos de aumentarla para dar satisfacción a tantas solicitudes, podría ser juzgado el alcance de aquella gran verdad. Y nunca mejor que ahora po-

dría tampoco ser estimada la verdadera eficacia de las dos tendencias que en tiempos recientes,—que hoy nos parecen anti-  
quísimos,—se han disputado la atención y la preferencia de las  
clases directoras de nuestro país.

Según unos, las normas del Derecho, la aplicación de las  
concepciones jurídicas que han venido sirviendo de base al  
ejercicio de la Política, llevan en sí los gérmenes de todo bien-  
estar y de toda prosperidad, incluso de la material. Otros, en  
cambio, como Costa cuando decía que «no puede ser libre quien  
depende de ajenas despensas» estimaban que era primordial el  
logro de ese bienestar material, y que todo lo demás vendría  
como fatal consecuencia de un progreso inevitable y necesario.

No os extrañará, conociendo la naturaleza y aplicación de  
mis actividades, que atribuya una eficacia decisiva al fomento  
de la producción y de la riqueza circulante, pensando en que  
únicamente la abundancia puede dar lugar a una distribución  
que sea a un tiempo justa y satisfactoria, y mucho menos que,  
con este sincero convencimiento, teniendo ante la vista la posi-  
bilidad de una importantísima expansión de nuestra economía,  
os hable de ella con un entusiasmo que sería inútil ocultaros.

\*  
\* \* \*

Dentro de este orden de ideas, tal vez se haya generalizado  
excesivamente el alcance de la fórmula redentora comunmente  
conocida con el nombre de POLÍTICA HIDRÁULICA, pero no cabe  
duda de que tal es la que encierra el porvenir de este país. En  
efecto, por el Ebro y por el cauce de todos los ríos que vierten  
a él sus aguas, corre la riqueza de Álava, de la Rioja, de Nava-  
rra, de Aragón y de una buena parte de Cataluña, una riqueza  
poco utilizada hasta ahora, pero que es enorme e inagotable.

Hasta tal punto es importante este factor de nuestra econo-  
mía, que todos los demás le están supeditados. Volved la vista  
a vuestro alrededor y veréis cómo aquí todo depende en último  
término del aprovechamiento fluvial; depende la agricultura;

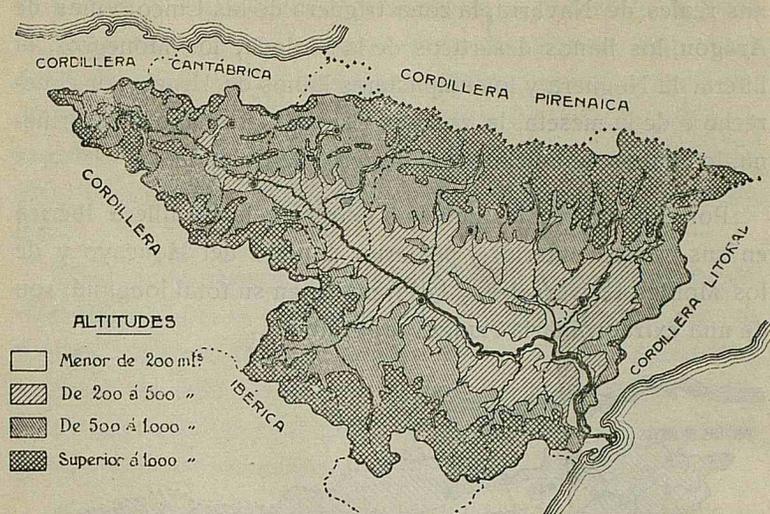
depende la industria, que es en esencia una agricultura industrializada, o vive de sus necesidades más inmediatas; depende el comercio, que no es más que un reflejo suyo; dependen los transportes, que siguen paso a paso sus fluctuaciones...; todo, en fin.

Una sequía del Ebro tan acentuada y excesiva como lo han sido los recientes aguaceros levantinos, provocaría una crisis, que la buena voluntad de toda la Nación, traducida en hechos, difícilmente podría resolver; la rotura de dos o tres presas, sobre todo si entre ellas se encontraba la del Canal Imperial de Aragón, una verdadera catástrofe local.

Pero aún hay más, y es, que los caracteres geográficos determinantes de esa preponderancia están tan acusados que, no solamente señalan de un modo preciso y categórico los rasgos de nuestra condición y de nuestra vida, sino que ejercen poderosa influencia sobre los centros de máxima actividad industrial, y por su mediación, sobre toda la economía española. Los transportes de energía eléctrica de procedencia hidráulica,—cuyo alcance práctico es ya comparable con el radio de nuestra península,—han servido de medio difusor; merced a él, la industria bilbaína en gran parte y la catalana en su casi totalidad actualmente, se nutren de la fuerza que procede del aprovechamiento de nuestros ríos; y desde otros puntos de vista, aun cuando no tan notoria, la influencia es muy grande también.

\*  
\* \* \*

Nuestras anteriores afirmaciones, confirmadas ya en parte por los hechos globales que acabamos de señalar rápidamente, encuentran cumplida justificación en un examen atento de los vigorosos rasgos de nuestra geografía, pero para el objeto de esta conferencia nos basta con una ligera exposición de los más salientes. No consiente otra cosa el escaso tiempo de que para ello disponemos en el proceso de nuestra disertación.



(Fig. 1)

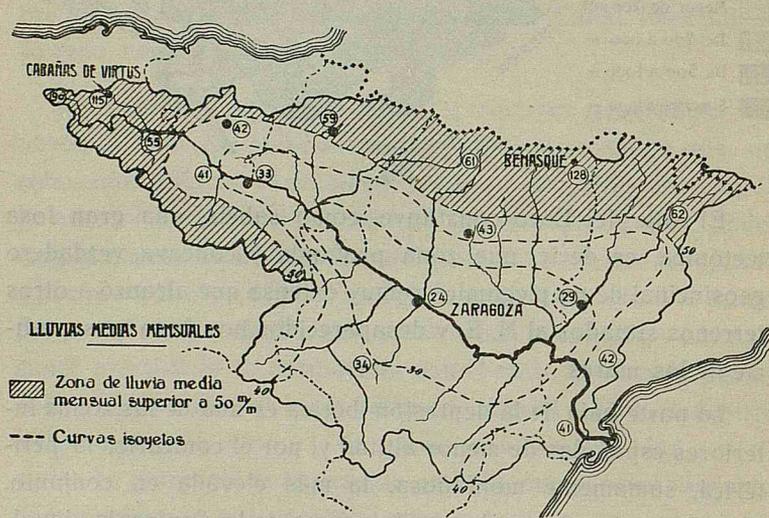
El valle del Ebro constituye, como sabéis, una gran fosa tectónica, es decir, una zona profunda y cóncava, verdadero geosincinal de un plegamiento muy extenso que alcanzó a otros terrenos situados al N. E. y desaparecidos hoy bajo la superficie de los mares.

La parte baja de la depresión ibérica es una de las zonas interiores españolas de menor altitud y, por el contrario, la periférica, sumamente montañosa, la más elevada en conjunto. Zaragoza, situada en el corazón mismo de la Península, igualmente distante de los dos mares, del Cantábrico,—o lo que es lo mismo del Atlántico,—y del Mediterráneo, está a 200 metros sobre su nivel, en tanto que el Moncayo y Pardiellas, o sea los picos más próximos de las cordilleras Ibérica y Pirenaica,—distantes de la ciudad tan solo 100 kilómetros,—están sobre ella a más de 2.100 y 3.100 metros respectivamente.

La zona baja es de accidentación muy suave en general y ofrece un amplísimo campo de desenvolvimiento agrícola. La depresión está escalonada y las gradas constituidas por llanuras tendidas apenas onduladas. Podemos citar entre ellas, como más conocidas, las siguientes: por el lado pirenaico, las Bárde-

nas reales de Navarra, la zona triguera de las Cinco Villas de Aragón, los llanos desérticos de la Violada, los Monegros, la Litera, la Noguera y los amplísimos llanos de Urgel; por el derecho o de la meseta, la zona de Campiel, el campo de Cariñena, los llanos de Belchite y el desierto de Calanda.

Por el contrario, las límites o extremas, la cordillera Ibérica en sus tramos anterior y posterior al nudo del Moncayo y de los Montes Universales, y la Pirenaica en su total longitud, son de una extraordinaria riqueza orográfica.



(Fig. 2)

Las aguas meteóricas, único origen, eternamente renovado, de las terrestres, se distribuyen sobre la depresión en forma que guarda una  tima relación de correspondencia con el relieve del terreno.

Así sucede, que de la misma manera que frente a la parte más profunda de la depresión, se alcanzan las cumbres más elevadas de las divisorias relativamente próximas, muy cerca de la zona naturalmente abrasada por una gran sequía permanente y por la continuada acción del sol, caen sobre las zonas montañosas aguas abundantísimas, en cantidad no superada quizá en parte alguna de la Península.

Con frecuencia la lluvia de Zaragoza es la mínima registrada en toda España, llegando,—como sucedió en 1912,—a la desoladora cifra de 172 milímetros. Normalmente su valor medio apenas excede al que corresponde a Palencia, la población española donde menos llueve, pero quizá por bajo de Zaragoza entre Pina y Caspe, próximamente hacia Sástago, llueve menos aún.

En violenta oposición con esta escasez, la precipitación pluviométrica sobre la cordillera Ibérica propiamente dicha, sobre la Cantábrico-Oriental y sobre la Pirenaica, es grandísima, superior, sin duda, en algunos lugares, a la de Santiago de Galicia, tradicionalmente considerada como la estación meteorológica de pluviosidad máxima.

Aquella cantidad escasísima de agua, se pierde rápidamente a consecuencia de la intensa evaporación que provocan los vientos frecuentes, la elevada temperatura media de las horas de insolación y, en definitiva, el escaso grado hidrométrico del aire, sin llegar a ejercer su beneficiosa y necesaria influencia sobre el proceso vital de las plantas.

Por el contrario, la abundancia excesiva e inoportuna de las lluvias caídas sobre la montaña, arroja a los ríos principales, al Ebro, y por último al mar, enormes cantidades de agua que en el caso más favorable pasan sin dejar tras de sí ningún provecho.

Tenemos, pues, de un lado terrenos tendidos, suaves, abrasados, desérticos, y cerca de ellos, circundándolos y dominándolos, una faja montañosa, verdaderamente colectora del agua meteórica, que arroja por el cauce de sus ríos caudales abundantísimos.

Tan acentuada oposición permite vislumbrar la índole e importancia de nuestras posibilidades, pero para acusar aún más el contraste, insistiremos un poco sobre él mediante la exposición de nuevos hechos, muy pocos, porque el tiempo no da para más.

Examinemos primeramente la cuestión desde el punto de vista de la abundancia.

La meseta castellana, es decir el gran macizo originario de la Península, convertido por la acción de intensísimos agentes exteriores en una penillanura de aspecto y accidentación muy semejantes a los actuales, hubo de experimentar un movimiento general de báscula hacia occidente. Este movimiento, que es muy notorio por los efectos resultantes, ocurrió verosímilmente en época simultánea o poco posterior a la del levantamiento alpino, o sea a la época en que tuvo lugar la emergencia de los Pirineos, y fué una consecuencia o contragolpe del hundimiento en el actual golfo de León, de un gran macizo montañoso que vertía sus aguas a un mar interior o lago inmenso, cuyas aguas cubrían casi por completo la cuenca del Ebro.

El hundimiento del macizo levantino produjo la aparición de su borde occidental, esto es, de la cordillera litoral catalana, constituida por terrenos sedimentarios de formación muy poco anterior, casi simultánea con la época en que el movimiento se produjo.

El otro movimiento, el de la gran meseta, movimiento que alcanzó una gran extensión por la enorme rigidez del macizo montañoso de que es base solidísima, originó primero la emergencia de su borde oriental, y despues su elevación a considerable altura, tanto mas grande cuanto mayor era su distancia al eje de giro. Y se formó de este modo la cordillera Ibérica cuya altitud aumenta en líneas generales desde su articulación con la cordillera Cantábrica, hacia el E.

Quedó así alojada en el interior de la Península, intercalada entre los Pirineos,—que la separan del continente Europeo,—y la cordillera Ibérica,—que contornea al macizo peninsular,—una gran depresión ocupada por un gran lago o mar interior, cuyas aguas, buscando su salida natural en épocas posteriores, han llegado a abrir en la cordillera litoral la estrecha garganta que hoy deja un expedito paso al Ebro.

Tal es, con arreglo a las ideas actuales, (1) el origen y proceso de la formación del característico relieve de nuestro país.

Retengamos principalmente el hecho de que la gran meseta castellana, es decir, una considerable parte de la Península, tenga una pendiente general hacia el Atlántico, a cuyo mar vierte naturalmente sus aguas, y de que, por la situación excéntrica de la cordillera Ibérica que actúa como línea divisoria meridiana, sea escasa la parte que las vierte al Mediterráneo.

Aparte de la depresión del Ebro que penetra profundamente el pie mismo de la cordillera Cantábrica ocupando por completo toda la ancha zona ístmica, sólo vierte a este mar una estrecha zona marginal o costera ligeramente ensanchada en las cuencas de los ríos Júcar y Segura, y sumamente reducida en la zona bética, frente a Sierra Nevada.

La parte peninsular atlántica ocupa 386.000 kilómetros cuadrados, o sea un 68 por 100 de la total subcantábrica. La que vierte sus aguas al Mediterráneo, 182.000 kilómetros, esto es, el 32 por 100 restante, y de esta superficie, casi la mitad, 83.735 kilómetros cuadrados, corresponden a la depresión del Ebro. Esta ocupa, por tanto, una extensión que solo equivale al 14 por 100 de esa zona subcantábrica comprensiva de una considerable parte de España, y de todo Portugal.

Pero a pesar de que esta superficie es en relación con la total, sumamente reducida, le corresponde una gran parte, casi una mitad, de las aguas fluviales de España.

Refiriéndonos a los datos oficiales acopiados por el servicio de aforos del Servicio Central Hidráulico del Ministerio de Fomento, podemos citar, en confirmación de lo anterior, que en un año, el 1912, vertió el Ebro al mar, 14.000 millones de metros cúbicos, casi tanto como hicieron pasar por la frontera portuguesa o arrojaron al mar, los ríos Guadalquivir, Júcar, Segura, Tajo, Duero y otros menos importantes, es decir, casi todos los ríos de España, pues solamente quedan excluidos del cómputo

(1) Fernández Navarro, Historia geológica de la Península Ibérica.

por falta de datos o por escasa confianza en los disponibles, los ríos cantábricos y el Guadiana, que no son muy copiosos, los primeros por la reducida extensión de sus cuencas y el último porque, a pesar de tenerla muy extensa, recorre en general zonas muy secas.

La cifra indicada, que representa una considerable pérdida, un verdadero despilfarro nacional, pues solamente se aprovecha una mínima parte, y esa mínima parte en una sola finalidad, la producción de energía, es superada en mucho, en años más lluviosos que el de 1912, citado como excepcional. La pérdida suele exceder de los 20.000 millones de metros cúbicos y asciende a los 30.000 en los buenos años.

Consecuencia de esta abundancia es el siguiente hecho, sumamente expresivo. Según recientes estadísticas de carácter particular (1), la producción actual de energía eléctrica transportable, en grandes saltos de potencia superior a 1.000 caballos, es de unos 336.000 caballos y de ellos 190.000, o sea más de la mitad, corresponden a ríos de la cuenca del Ebro y principalmente al Ebro mismo y a sus afluentes pirenaicos.

Análoga proporción guardan con la totalidad de los saltos que se están actualmente construyendo en España,—por valor de unos 300.000 caballos más,—los que radican en esta cuenca; y esta elevadísima proporción, que nos otorga un dominio económico del que, a decir verdad, no hemos sabido sacar partido alguno, será superada en un porvenir próximo, cuando sean realidades algunos grandes proyectos en curso de tramitación muy adelantada y que en total suman la cifra respetable, verdaderamente decisiva en la futura economía nacional, de 1.200.000 a 1.500.000 caballos sobre los explotados ya y los que están en construcción.

Nos hemos referido a los grandes saltos, a los más visibles y conocidos; si nuestro examen hubiera abarcado los de peque-

---

(1) J. Urrutía. La energía hidroeléctrica en España.

ña y media potencia, la relación sería mucho mayor. Como todos saben, apenas hay un solo pueblo en Alava, en la Rioja, en Navarra, en la montaña aragonesa o en la provincia de Lérida, que no disponga de fuerza eléctrica de procedencia hidráulica para el alumbrado público y privado, para uno o varios molinos, en algunos, para las industrias locales o comarcales; y en casi todos esa fuerza es propia, procede de la transformación de un antiguo molino o del aprovechamiento de un salto franco, fácil y económico. Todos sabéis, también, que no sucede así en otras regiones españolas y bien típico es el caso de Madrid, que no ha estado abastecido con fuerza hidroeléctrica o, lo que es equivalente, con fluido abundante, hasta una época relativamente reciente, cuando los progresos realizados por la electrotecnia permitieron los largos transportes que hoy se llevan a cabo con tan fácil seguridad; y eso, a pesar de que la atracción económica de tan absorbente mercado excitaba la atención de los elementos industriales más poderosos, hasta tal punto, que llegó a imponer un progreso mundial en esos transportes, porque un progreso notabilísimo representó en su día la empresa, entonces muy atrevida, y aun hoy digna de la más singular atención, de transportar a Madrid las primeras fuerzas importantes conquistadas por la Sociedad Hidroeléctrica Española sobre el Júcar, en lugar muy próximo ya al litoral levantino.

Por toda esta zona, en cambio, no hay pueblo sin molino hidráulico, ni calle sin luz eléctrica. Aun cuando en toda la canal del Ebro el aire es frecuente y recio, como es notorio y tradicional, el molino de viento no tiene antecedentes ni consecuencias. Si Don Quijote, en vez de ser de la Mancha, hubiera sido de tierras del Ebro, el maléfico sabio Frestón no hubiera transformado en aspas los gigantescos brazos cuyo movimiento le provocaba; faltaría una aventura en la vida ideal del buen caballero si el genio de Cervantes no la hubiera substituído por otra, seguramente más hidráulica que la de los batanes.

Habéis visto el lado brillante, el de la abundancia, las vacas gordas y las espigas magníficas del sueño faraónico. El aspecto

opuesto, el de las tenebrosidades, os es quizá más familiar por que todos conocéis, de más o menos cerca, la general penuria de la región donde vivís, donde trabajáis y donde producís. Al fin y al cabo, Zaragoza se encuentra en la zona abrasada, aun cuando esté redimida por la industria de generaciones pasadas, pero muy poco hay que andar para conocer en todo su alcance la verdadera realidad.

Y la realidad queda bien patente para este dato elocuentísimo. El número de Municipios españoles es de 9.261 (1). Por la Inspección de Sanidad del Campo habían sido estudiados en la época a que se contraen los datos manejados, aunque no actuales muy recientes, 7.380, entre los cuales figuraban 49 pueblos sin agua, pero no mal abastecidos sino completamente desprovistos de ella. ¿Sabéis cuántos pueblos de esos pertenecen a la zona esteparia aragonesa? Pues tenemos el triste privilegio de contar en esta tierra con ¡46!

En la morfología hispana, variadísima, verdaderamente rica en contrastes, sería difícil encontrar uno mayor, y sobre todo, de más extensión. Pero en ese contraste están precisamente el secreto de nuestra fuerza y la base de un porvenir espléndido.

\*  
\* \*

Al iniciarse, en tiempos recientes, la vida moderna con toda su corte de necesidades intensas y múltiples, fué esta tierra,—en parte lo es aún,—un país de realidades angustiosas, pero lleva en su seno gérmenes vigorosos de proliferación económica y social, determinantes de un porvenir de posibilidades magníficas cuya proximidad está al alcance de nuestras manos.

Ya sabéis cuáles son las que se ofrecen a la iniciativa privada para el desarrollo de la industria, en relación con el rescate y empleo local de ese gran manantial de energía, continuo, inagotable, que nos ofrecen nuestros ríos y en particular los del

---

(1) E. Huguet del Villar.— Archivo geográfico de la Península Ibérica.

Pirineo. Los centros industriales más despiertos y absorbentes los que por su inmediata proximidad al mar,—el elemento civilizador por excelencia,—han venido ejerciendo una patente de hegemonía en el desarrollo industrial del país, han atraído hacia sí una buena parte, pero queda más, mucho más, en condiciones de contribuir a la prosperidad local o de provocarla.

Veamos ahora cuáles son esas probabilidades desde el punto de vista esencialmente fundamental, o sea el agrícola. Comenzaremos por abarcar la cuestión en conjunto.

Un examen ligero, muy frecuentemente hecho, pero equivocado, permite apreciar que el aprovechamiento de los 20.000 millones de metros cúbicos perdidos, representaría el de una altura de lluvia verdaderamente útil, de 240 milímetros de agua, que, sumados a los que naturalmente caen sobre los lugares más secos, permitirían un cultivo asegurado y remunerador; y claro es que, si en lugar de contar con toda la cuenca, se contara solamente para este beneficio con las que realmente lo necesitan, dicho beneficio podría ser mucho mayor. El cálculo es tan sencillo, tan sintético, como propenso a error y peligroso, pero da una idea de la enorme cuantía de la posibilidad que examinamos.

En este país, dista, pues, mucho, de ser cierta la vulgar afirmación de que en España llueve poco; aquí, en la cuenca del Ebro,—aunque a vosotros, labradores del Somontano, de Monnegros o del Bajo Aragón, os parezca mentira,—llueve y llueve bastante, lo que pasa es que llueve muy desigualmente, y aunque no tanto, por fortuna nuestra, como en otras regiones españolas, llueve con acusada irregularidad.

Aquí, la verdad está en el conocido dicho baturro, sagaz, enjundioso,—como lo son todos,—verdadero compendio de los tradicionales conocimientos del labrador del llano y del pastor de la montaña, cifra y resumen de la meteorología aragonesa. Todos le conocéis. Fresco aún el recuerdo de la cosecha que ha perdido en el secano, porque la sementera se hizo en malas

condiciones y la primavera no ha respondido, calado hasta los huesos por una lluvia otoñal, tardía e inoportuna, el baturro reflexiona y dice: «llover ya llueve; ¡si la lluvia la repartiera un hombre de conocimiento!».

Y en el dicho, que no es sacrílego porque reconoce la suficiencia adecuada del medio natural cuya falta tuvo motivos para lamentar, y porque atribuye a la inteligencia,—don divino,— la virtud del remedio, está toda la esencia del problema. Porque la solución estriba, en efecto, en una distribución regularizada de esas aguas tan abundantes.

¿Pero hay lugar para aplicarla y medios para conseguirla, o se trata, por el contrario, de un elemento realmente sobrante y de una alteración fatal, irremediable, inaccesible al ingenio y a la actividad humanas, como lo es la ocasionada por la sucesión de las estaciones en sus efectos termométricos?

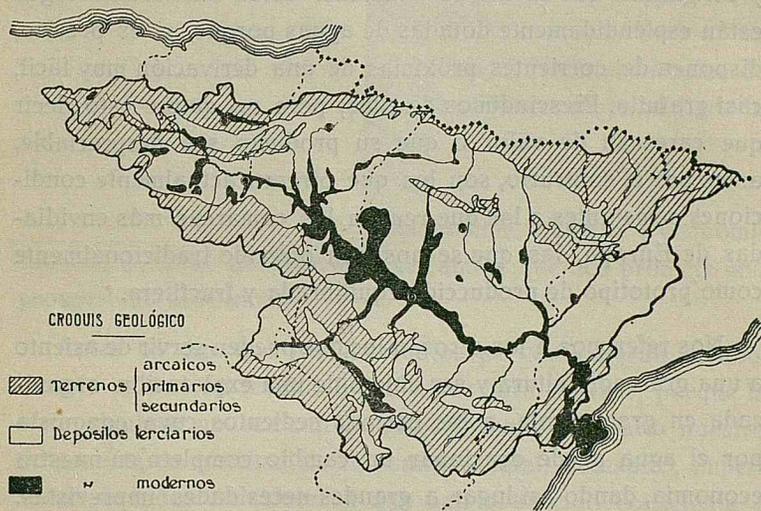
De que hay lugar, quedarán convencidos cuantos no conozcan detallada y personalmente el país; de que existe una solución accesible, no solamente a nuestra voluntad, sino también a nuestros medios, no tardarán en convencerse los más incrédulos, cuando llegue a palpase materialmente el resultado de los esfuerzos actuales.

\*  
\* \*  
\*

Recordemos que la depresión ibérica fué asiento en época relativamente moderna, aunque antediluviana, de un gran lago o mar interior que recibía las aportaciones y los arrastres de corrientes fluviales exteriores a su actual contorno y, aunque muy variables, caudalosisimas. Estas corrientes depositaron por sedimentación mecánica primero, por saturación o sedimentación química después, diversas capas, que, por ser de formación reciente, no han sufrido en general más metamorfosis sensible que la superficial debida a los agentes naturales, favorecida por el hombre y auxiliada por la vida orgánica en

sus varios órdenes, que ha desagregado los elementos mineralógicos constitutivos del suelo convirtiéndolo en laborable.

Sobre esos terrenos se depositaron en la época diluvial otros que, por su composición, potencia y desagregación más fácil, son más aprovechables y fértiles; por último, se han formado, — y se están formando, — en el fondo de nuestras vegas, siguiendo el curso de los ríos actuales, los mejores, los clásicos terrenos de huerta, los que, para serlo, tan sólo necesitan en este país soleado en todo tiempo y cálido en verano, el concurso del agua.



(Fig. 3)

En el valle del Ebro esos terrenos recientes, verdaderamente fértiles, llenos de promesas, ocupan un 10 por ciento de la superficie total, siendo de advertir, que si se exceptúan la mancha diluvial riojana, la alavesa, la de Cinco Villas y la del Giloca, que tienen alguna importancia, en el resto dominan con gran margen de superioridad los terrenos de formación aluvial o actual.

Los otros terrenos, aun cuando más antiguos, cultivables en gran escala, ocupan la mitad de la cuenca, y el 40 por 100 res-

tante correspondiente a los terrenos anteriores a la época terciaria, está distribuido por la zona periférica montañosa donde la roca, si no asoma en la superficie, está somera, y donde, por tanto, la agricultura propiamente dicha tiene limitaciones infranqueables.

Prescindiremos para el caso de estos terrenos que son los de aprovechamiento forestal, los más adecuados para el pastoreo; todos ellos están salpicados de pequeñísimas vegas, y aun de huertas, de prados artificiales, de campos de labor, que facilitan la vida local equilibrando el producto de la montaña y del ganado que en ella se mantiene. Estas minúsculas vegas están espléndidamente dotadas de aguas porque, si es preciso, disponen de corrientes próximas de una derivación muy fácil, casi gratuita. Prescindimos de ellas, pero no quiere esto decir que carezcan de valor o que su producto sea despreciable, antes por el contrario, son los que ofrecen actualmente condiciones semejantes a las que reúnen las comarcas más envidiadas de Europa, las que se nos han ofrecido tradicionalmente como prototipo de producción equilibrada y fructífera.

Nos referimos a los otros, a los que pueden servir de asiento a una gran agricultura y ser objeto de una explotación organizada en gran escala, a los campos sedientos cuya conquista por el agua puede ocasionar un cambio completo en nuestra economía, dando así lugar a grandes necesidades imprevistas.

Ya he indicado la cifra; esos terrenos ocupan nada menos que el 60 por 100 de la total extensión de la cuenca, o sea una superficie aproximada de 48.000 kilómetros cuadrados o de 4.800.000 hectáreas, de la cual, descontados sierras, cerros y cabezos, que pueden tener algún otro aprovechamiento menos productivo, quedan bastante más de 3 millones de hectáreas disponibles para una explotación organizada e intensa.

Si se tiene en cuenta que lo que actualmente se riega en toda España es aproximadamente 1.300.000 hectáreas,— un seis por ciento tan sólo de la superficie total cultivada, — y que esa

pequeña porción rinde una cuarta parte del total producto de nuestra agricultura; si, por otro lado, se tiene presente lo que tantas veces se ha dicho, que el titánico esfuerzo de doblar esa superficie regada equivaldría a crear una España nueva, una nación rica entre las más privilegiadas, y además no se olvida lo que acerca de la cuantía de los recursos hidráulicos dejamos dicho, se llegará fácil y naturalmente a la consecuencia de que en este orden, más que en otro alguno, se abre ante nuestra vista un horizonte de posibilidades infinitas, porque la realización del aprovechamiento integral de nuestros campos y de nuestras aguas es un límite matemático hacia el cual tendremos indefinidamente sin alcanzarlo nunca.

Hay, pues, lugar, mucho lugar, para el fructífero empleo de esas aguas que con tan copiosa abundancia envía al llano la maternal y pródiga montaña.

\*  
\* \* \*

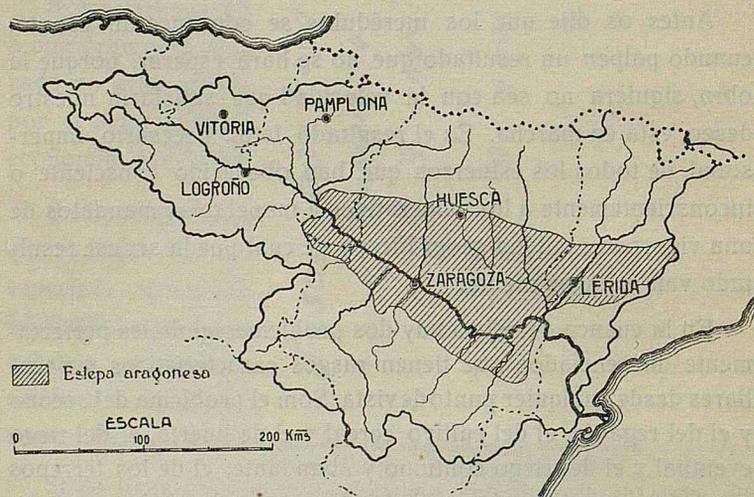
Veamos la segunda parte. ¿Es posible, humana y económicamente posible, avanzar por ese camino que nos promete una prosperidad indefinida?

Antes os dije que los incrédulos se convencerán pronto, cuando palpen un resultado que no se hará esperar, porque la obra, siquiera no sea con la velocidad que satisfaría nuestro deseo, está en marcha. Es el resultado fatal, necesario, impersonal, de todos los esfuerzos que han obedecido consciente o inconscientemente a los imperativos e inapelables mandatos de una vigorosa realidad geográfica; y de cual pueda ser ese resultado vais a daros cuenta.

En la cuenca del Ebro hay dos problemas globales perfectamente diferenciados que tienen rasgos característicos y peculiares desde cualquier punto de vista. Son: el problema del secano y el del regadío, el del cultivo cereal y el de huerta, el del riego eventual y el del riego continuo y abundante, el de los terrenos terciarios y cuaternarios o, dicho de otro modo, de los terrenos antiguos y modernos, son, en fin, el problema de la estepa y el del Ebro.

Hasta ahora todos los esfuerzos han sido dirigidos hacia el problema cuya solución me atrevo a calificar de conquista de la estepa ibérica, esto es, aragonesa y catalana. Esta estepa, como todas sus similares españolas, es de composición mineralógica ruda, abundan los terrenos salinos y, por consiguiente, entre su variadísima flora, las plantas halófilas, (salsoláceas, plumbagináceas, gramináceas, papilionáceas, labiadas.....) plantas fuertemente aromáticas en general y muy ricas en elementos nutritivos para el ganado, pero es accesible al cultivo cereal, al de las leguminosas, alubia, garbanzos, al de la alfalfa, la zulla, la esparceta, al de la vid y el olivo, y al de muchas especies herbáceas o arbóreas del mayor interés. Como en todas las estepas restantes,—las de Valladolid y Zamora, la central, comprendida entre Toledo, Cuenca y Albacete, y las béticas,—la estepa aragonesa sufre un clima extremado, pero en ésta lo es mucho más por su mayor sequedad.

Fijaos bien en los límites de la zona ocupada por los terrenos terciarios, en su casi totalidad miocenos (los no rayados en la figura) y veréis cómo la estepa, (1) si se exceptúa la vega

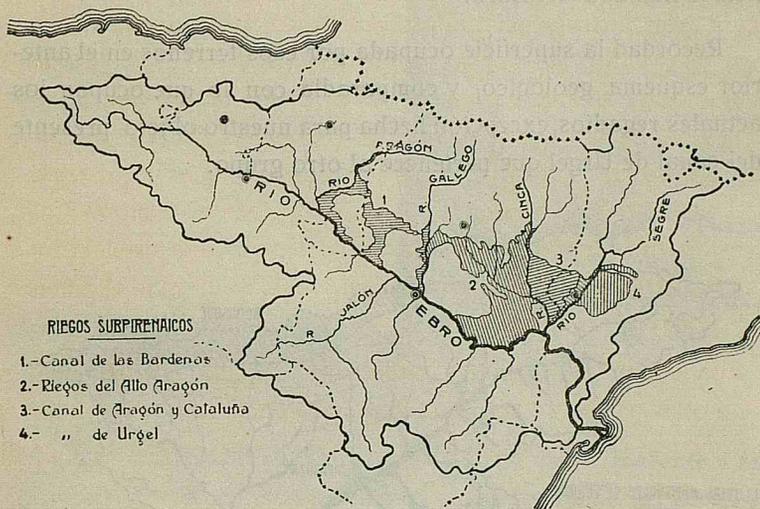


(Fig. 4).

(1) Las estepas de España y su vegetación, Dr. D. Eduardo Reyes Prosper.

del Ebro y las manchas diluviales de Cinco Villas y de la Ribera de Navarra, está totalmente enclavada sobre ellos.

Y ved ahora cómo la realización de las obras de aprovechamiento pirenaico en curso, o en estudio, viene a completar un plan armónico, aunque impremeditado, de rescate; una verdadera conquista.



(Fig. 5).

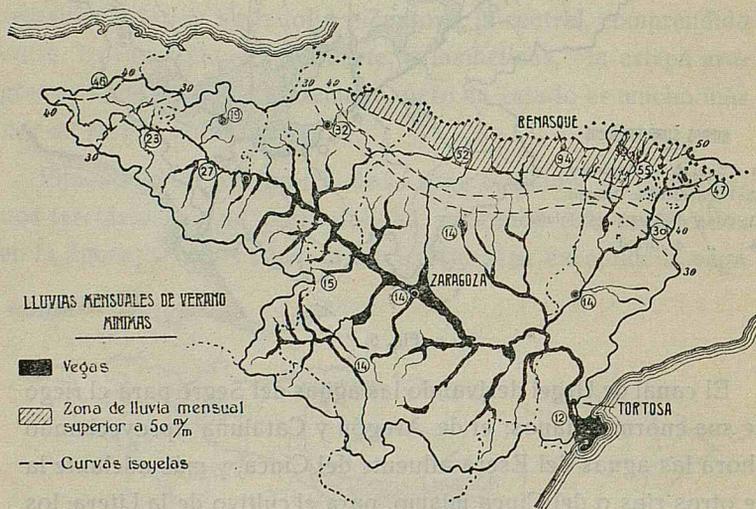
El canal de Urgel derivando las aguas del Segre para el riego de sus enormes llanos; el de Aragón y Cataluña aprovechando ahora las aguas del Esera afluente del Cinca, y más adelante la de otros ríos o del Cinca mismo, para el cultivo de la Llitera; los canales de riego del Alto Aragón conduciendo a Monegros las aguas del Cinca y del Gállego, y el canal de las Bardenas derivando para la indudable prosperidad de su excepcional zona, las del Aragón, ofrecen en conjunto una amplísima extensión regable no superada y difícilmente superable en Europa.

Cuando las 600.000 hectáreas a que asciende aproximadamente ese conjunto estén en plena producción, se habrá creado una zona cereal de extraordinaria importancia. No será, como no lo es Castilla, según se ha dicho, tan insistente como li-

geramente, el granero de Europa, pero lo será muy importante de España, tan importante, que una buena parte podrá buscar, sin perjuicio del resto de la Nación, algún empleo más lucrativo en épocas favorables.

Ved, por el contrario, lo que ocurre con el otro problema, el de los regadíos de huerta, de los terrenos fértiles, con el que hemos llamado del Ebro.

Recordad la superficie ocupada por esos terrenos en el anterior esquema geológico, y comparadla con lo que ocupan los actuales regadíos, excepción hecha para nuestro objeto presente del canal de Urgel que pertenece al otro grupo.



(Fig 6).

De las 800.000 hectáreas que aproximadamente comprenden esas fértiles formaciones, se riega menos de la mitad, ya que en conjunto los regadíos de la cuenca, contando,—claro está,—con alguna zona no contemporánea, ocupen unas 430.000 hectáreas. Además, lo que se riega suele estar muy mal regado, de un modo escaso e inseguro.

En la banda pirenaica no se ha realizado más obra de importancia en este orden que el pantano de La Peña,—sobre el Gá-

llego,—que está destinado a asegurar los regadíos de Urdán y Rabal en Zaragoza; los restantes proyectos y obras en curso, como el pantano de Santa María de Belsué, pertenece al tipo estepario.

En la banda ibérica existen varios proyectos de mejora y aun bastantes obras en ejecución que, como los pantanos de Cueva-Foradada, Moneva, de Pena, de Gallipué, de Santolea, resolverán,—como lo ha resuelto el de Mezalocha,—interesantísimos problemas locales y contribuirán en gran escala a la producción del país; pero en el Ebro mismo, en su magnífica vega, la más extensa, la que más contribuye a la riqueza pública, nada: mejor dicho, lo único que ha sido llevado a vías de hecho, o sea el Canal de Lodosa, que en su día aumentará la zona de regadío seguro en 20.000 hectáreas, esto es, en un quinto de la total del Ebro, viene actualmente a agravar la situación de los más arraigados y productivos, de los más interesantes en definitiva.

\*  
\*  
\*

¿Por qué este abandono, este olvido, en parte aparente y en buena parte real, de este problema, — del problema del Ebro?

Por varias causas. Algo de olvido hubo en efecto; Costa, que cantó al Ebro de un modo supremo, fijó su atención principalmente en los canales de la Litera, — o de Tamarite, — y de Sobrarbe, y en los embalses del Flumen; los citó continuamente en sus predicaciones fecundas, sobre ellos fundó su evangelio, y con ellos señaló a Aragón el deber de encauzar la política económica española.

También puede ser reconocida como causa, la necesidad, impuesta por la misma magnitud del problema, de encontrar una solución excepcional, verdaderamente desusada, porque es el caso que en época reciente desde que la alimentación del Canal Imperial de Aragón comenzó a ser escasa para la satisfacción de las crecientes necesidades de su zona de regadío,—no ampliada y difícilmente ampliable, pero sí muy intensificada,—va-

rios Ingenieros, entre ellos algunos de excepcional saber y de gran competencia, y nosotros mismos antes de averiguar, al cabo, el paradero exacto del remedio, nos habíamos esforzado, sin fruto, para ver de lograr nuestro deseo. Así sucede que en el plan oficial de Canales y Pantanos existen varios encaminados a este fin, unos estudiados y desechados, otros sin estudiar, pero todos completa y justamente olvidados.

Hay algo también de abandono, justo es decirlo, y tal vez sea señal o consecuencia de los tiempos que corremos. Del mismo modo que hemos visto perseguir la fortuna, acercarse a ella y aun alcanzarla, a los hambrientos de justicia o de riquezas, a los desheredados, a todos los malquistos con su posición, y hemos presenciado la pasividad, el abandono, la falta de iniciativas y de espíritu, de los acomodados, de los habituados al descansado disfrute de bienes tradicionalmente gozados sin mérito y sin lucha, la acometividad impuesta al secano por su absoluta carencia de agua se ha exteriorizado con violencia, no dejando oír las justas lamentaciones del antiguo regadío que, como todo el que ha venido a menos o ha sufrido en antiguas arrogancias las inclemencias del tiempo, es comedido en la expresión de unos males que no confiesa sin rubor.

Pero, sobre todo, y como en todos los demás aspectos, el factor geográfico ha sido el verdadero causante de la situación en que nos encontramos colocados frente a los dos problemas agro-hidráulicos.

Este nuevo aspecto es el de la irregularidad en la precipitación pluviométrica y en el fenómeno reflejo inmediato suyo, en la circulación fluvial. No se trata ya solamente de la cantidad de agua, aun cuando, como es natural, la abundancia extremada puede ofrecer grandes facilidades para un aprovechamiento parcial; se trata del régimen, que puede llegar a tener y tiene realmente una importancia preponderante, como sucede en el Ebro, en cuyo curso medio,—en Tudela por ejemplo,—o en Za-

ragoza, donde la escasez llega a sentirse tanto, nadie podría decir que el río es insignificante ni siquiera poco caudaloso.

Según dijimos, los cálculos sintéticos completamente claros y sobradamente sencillos son muy propensos a la comisión de grandes errores, de errores verdaderamente peligrosos, y la que acabamos de decir es en este caso la principal razón de ello.

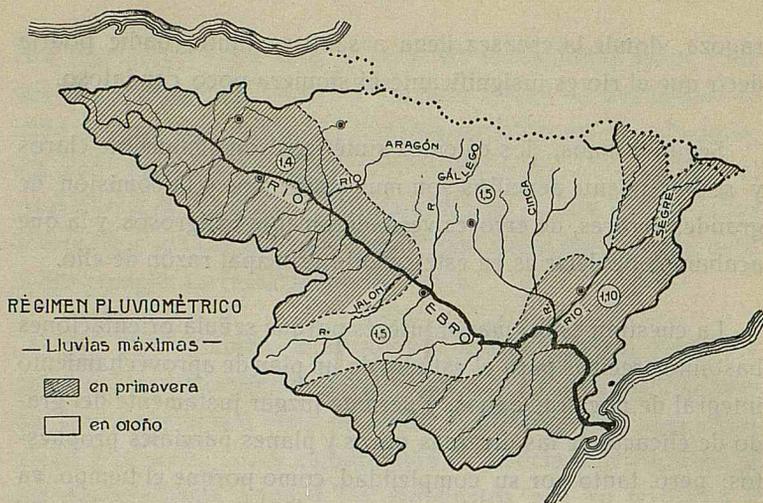
La cuestión es del mayor interés porque señala orientaciones bastante precisas para el estudio de un plan de aprovechamiento integral de nuestras aguas, y permite juzgar justamente del grado de eficacia de las diversas obras y planes parciales propuestos; pero, tanto por su complejidad, como porque el tiempo va pasando y deseo no alargar demasiado estas notas, habré de limitarme a esbozarla sobre gráficos o croquis cuyo examen suplirá la escasez de la exposición.

Según vimos, la lluvia se reparte muy desigualmente entre los diversos lugares de la cuenca, pero además en cada lugar la cantidad anual queda distribuída irregularmente en las diversas épocas y meses del año.

En unos lugares la lluvia máxima ocurre en el otoño, en otros en la primavera; del mismo modo la mínima puede ocurrir en el verano o en el rigor del invierno.

Además, entre los máximos o los mínimos y el valor medio de la lluvia, puede haber una diferencia grandísima, o lo que es lo mismo, la lluvia ser muy variable, o muy pequeña, en cuyo caso es muy regular.

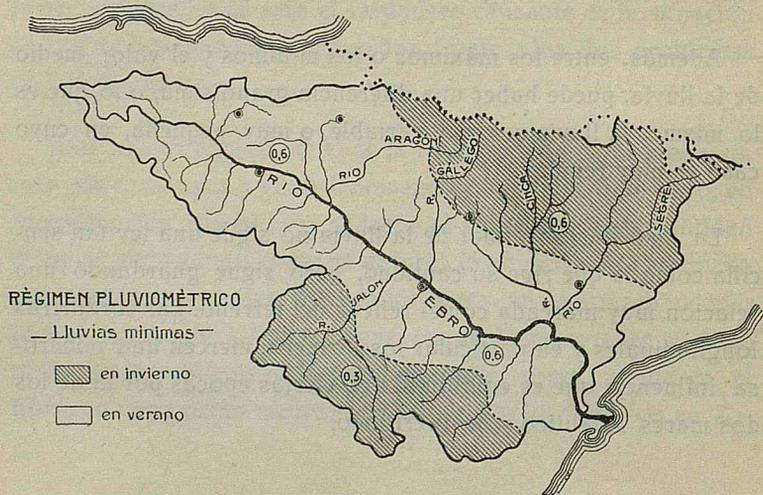
La distribución anual de la lluvia no sigue una ley tan sencilla como la que rige su cantidad, pero sigue guardando una relación muy marcada con el relieve del terreno. Las cordilleras longitudinales y en particular los Pirineos, ejercen una poderosa influencia que es equilibrada en ciertas épocas por la de los dos mares Atlántico y Mediterráneo.



(Fig. 7).

Así vemos, que existen dos zonas transversales de lluvias máximas en primavera; una occidental, que comprende la cuenca alta del Ebro y la de sus afluentes, excepción hecha de los pirenaicos, y una oriental o mediterránea. Separando completamente a las anteriores zonas existe una central, que comprende de toda la vertiente S. de los Pirineos navarros y aragoneses, o sea la totalidad del macizo central pirenaico, donde la lluvia máxima tiene lugar en el otoño muy adelantado.

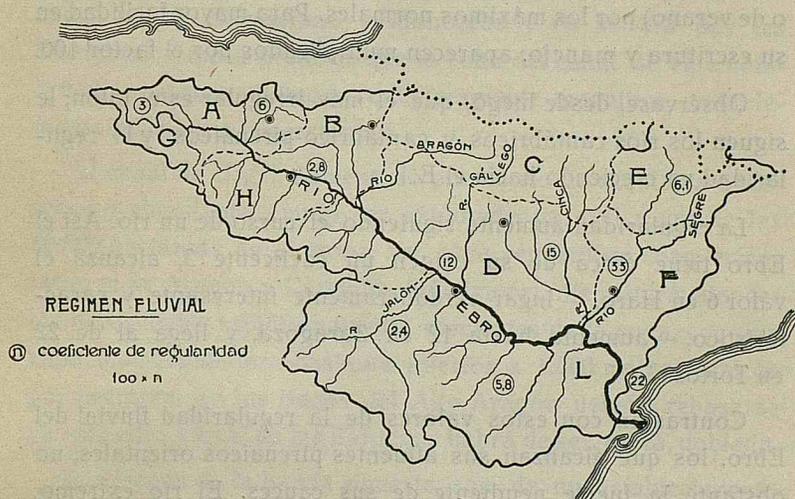
Estos máximos otoñales son, en general, mayores que los primaverales y su valor relativo aumenta de E. a O.



(Fig. 8).

La distribución de los mínimos es geoméricamente conjugado de la anterior. Ocurre en el invierno en dos zonas longitudinales extremas; en la pirenaica tiene una amplitud creciente, que tan sólo comprende una pequeña cuenca del río Aragón, y acaba abarcando la casi totalidad de la del Segre; en la ibérica o meridional sólo abarca el trozo mediterráneo, sea el que media entre los montes Universales y la cordillera litoral, y así como en los máximos la relación es variable de E. a O., en los mínimos varía en sentido creciente de S. a N.

Esta distribución pluviométrica, influenciada localmente por la accidentación del terreno, por su composición, por la naturaleza de los cultivos y condición de las obras de aprovechamiento, determina varios tipos de circulación fluvial muy caracterizados.



(Fig. 9).

Son dichos tipos los siguientes:

- A. Cantábrico.
- B. Vasco-Navarro.
- C. Pirenaico aragonés.
- D. Subpirenaico aragonés.

- F. Pirenaico catalán.
- F. Subpirenaico catalán.
- G. Ibérico Septentrional o castellano.
- H. Ibérico riojano.
- I. Ibérico del Moncayo.
- J. Del Jalón.
- L. Del Bajo Aragón.

Indiquemos de pasada que hay en toda la cuenca un río completamente personal, — y valga la frase, — que es el Jalón, y que esta personalidad influye mucho en la naturaleza y gravedad del problema de los regadíos de la cuenca media del Ebro.

Los números indicados en la figura son otros tantos coeficientes de regularidad, entendiéndose por tales los resultados de dividir las mínimas habituales de sequiaje (ya sea de invierno o de verano) por los máximos normales. Para mayor facilidad en su escritura y manejo, aparecen multiplicados por el factor 100.

Obsérvase, desde luego, que el más irregular es el Jalón; le siguen los ríos cantábricos y cantábrico-pirenaicos, y la regularidad va creciendo hacia el E.

La regularidad aumenta siguiendo el curso de un río. Así el Ebro tiene cerca de su origen un coeficiente 3, alcanza el valor 6 en Haro, — lugar verdaderamente interesante y característico, — aumenta hasta 12 en Zaragoza, y llega al de 22 en Tortosa.

Contrastan con estos valores de la regularidad fluvial del Ebro, los que alcanzan sus afluentes pirenaicos orientales, no obstante la fuerte pendiente de sus cauces. El río extremo, el Segre, tiene ya en La Seo de Urgel un coeficiente superior a 6, y llega a tener en Lérida, es decir, bastante antes de su confluencia con el Cinca y de su incorporación al Ebro, un coeficiente mucho más elevado que el mayor que este río, el principal, llega a alcanzar. El mismo Cinca tiene hacia la mitad de su curso un coeficiente, aunque algo menor ya, bastante elevado.

Si se tienen, además, en cuenta, las épocas en que ocurren los máximos y mínimos, especialmente éstos, que son los que más influyen en el aprovechamiento agrícola, pueden deducirse de este estudio consecuencias interesantes, sin necesidad de entrar en más pormenores, impropios del lugar.

La primera, — la que desde luego salta a la vista, — explica perfectamente, no sólo la preferencia o anticipación de los riegos esteparios, sino también el orden en que han sido planteados y acometidos. El hecho no os habrá pasado inadvertido. Los riegos en gran escala puede decirse que comenzaron en esta zona al terminarse la construcción del Canal Imperial de Aragón, en un día germen, levadura hoy, aquí, de toda empresa de esta índole, y sin embargo, los riegos esteparios se iniciaron por la zona más alejada, la de Urgel, y han venido propagándose sin salto ni variación alguna por Almacellas y la Litéra, ahora por el Somontano y Monegros y en su día por las Bárdenas; y eso a pesar de que la zona del canal de este nombre es, conforme dijimos, verdaderamente magnífica, notablemente superior a las restantes.

El canal de Urgel, alimentado por un río de sequiajes oportunos y abundantes, pudo ser explotado para el riego de las 60.000 hectáreas de su zona sin obra reguladora complementaria; el de Aragón y Cataluña, más importante, podrá atender las necesidades rapidísimamente crecientes de la suya, con una capacidad reguladora bastante inferior a 1.000 metros cúbicos por hectárea. En los riegos del Alto Aragón deberá rebasarse ya esta cifra y en el de las Bárdenas habrá de ser, quizá, doblada.

Los riegos de la banda opuesta son de un establecimiento más difícil y su tardío y lento desarrollo obedece a la misma causa. Constituye un buen ejemplo de lo que decimos, el pantano de Mezalocha, en el que puede contarse con un volumen regulador de 2.274 metros por hectárea; los de Moneva, Cueva-Foradada y Gallipuéñ tendrán capacidades comparables con ésta, y aun será rebasada seguramente esta elevada cifra en el de Pena, en Valderrobres, por estar situado en la zona de mínimo estival preponderante.

Este mismo factor geográfico es el determinante de la dificultad de resolver el problema del Ebro y causa suficiente del retraso.

La regularidad, muy baja y muy lentamente creciente, viene agravada por dos causas geográficas: una física, dependiente del régimen pluviométrico o, lo que es lo mismo, de las épocas en que tienen lugar los máximos y los mínimos en su cuenca alta, y otra humana, debida a la multiplicación de los regadíos, que consumen una buena parte del caudal de aguas bajas y aun todo el caudal que circula por el río, como sucede en el Bocal de Tudela.

\* \* \*

Y aquí debíamos entrar por fin, en lo que más ampliamente desarrollado hubiera servido de tema exclusivo a esta conferencia, conforme a los deseos y acuerdos de la Academia de Ciencias, si no se hubieran impuesto a mis deseos, recientes circunstancias imprevistas, si no hubieran mediado excitaciones que, como la que acaba de dirigirme desde las columnas del «Heraldo de Aragón» mi buen compañero y entrañable amigo Antonio Lasierra, no puedo por menos de atender y, sobre todo, si no hubiera mediado el oportuno conocimiento de antiguos deseos del Ilmo. Sr. Director general de Obras Públicas, quien, como buen aragonés, venía mirando estas cuestiones con una preocupación que por sus condiciones, por su cargo actual y por el porvenir que su juventud nos promete, esperamos ha de ser fecunda.

Tenedlo así en cuenta, señores Académicos, para perdonarme la libertad, el atrevimiento mejor dicho, con que he abandonado el primitivo programa para substituirlo por la exposición de nuestras fundadas esperanzas.

Confiado en que lo haréis, como gracia generosamente concedida a la buena intención de conseguir con el mínimo cansancio de los oyentes, el máximo provecho para esta región, voy a limitarme a mostraros los cuadros, cálculos geométricos y estudios nomográficos, aprovechados en parte como medio

de exposición, y en una buena parte como medio operatorio investigador, en el estudio de la transformación que, por medio del *Pantano del Ebro*, he proyectado llevar a cabo en el régimen de nuestro gran río.

Al fin y al cabo, vuestra ilustrada atención puede substituir a unas explicaciones que serían aquí enojosas y que podrá encontrar quien las desee, en una nota que os ofrezco como apéndice de esta conferencia.

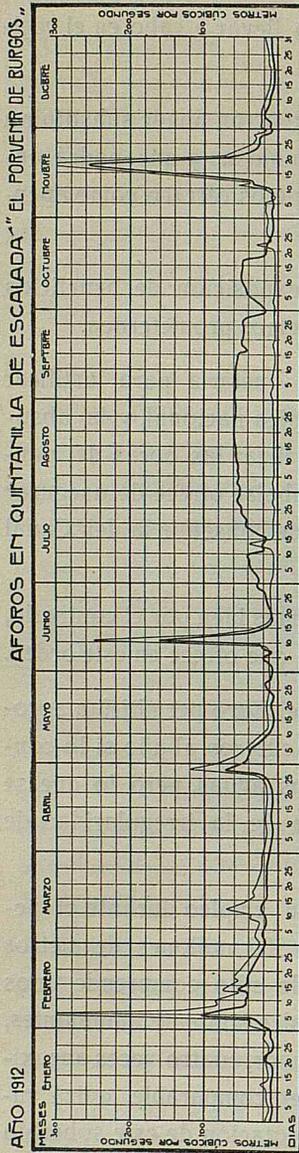
Muy breve he de ser también en la exposición de beneficios que de la transformación del Ebro podemos prometernos.

Desde el punto de vista agrícola, bastaría para justificar cumplidamente la conveniencia económica nacional, y la absoluta y perentoria necesidad local de realizar las obras del pantano del Ebro, la posibilidad que el embalse ofrece de asegurar la alimentación del Canal Imperial y de consentir la del Canal de Lodosa.

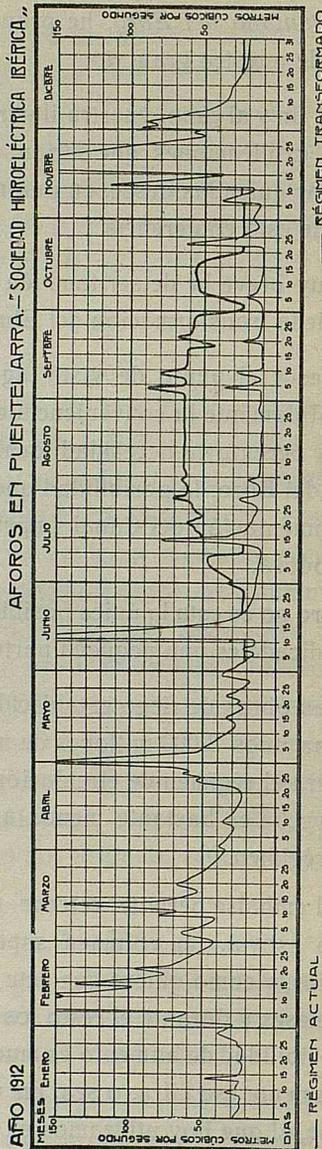
Pero no es esta la única posibilidad, más bien por el contrario, la indicada es una pequeña parte de la que ofrece en este orden.

Las obras de riego establecidas en el Ebro permitirían aprovechar unos 3.000 millones de metros cúbicos al año si lo consintiera el régimen de circulación de sus aguas, pero lo que se aprovecha es bastante menos a causa de la irregularidad de este régimen.

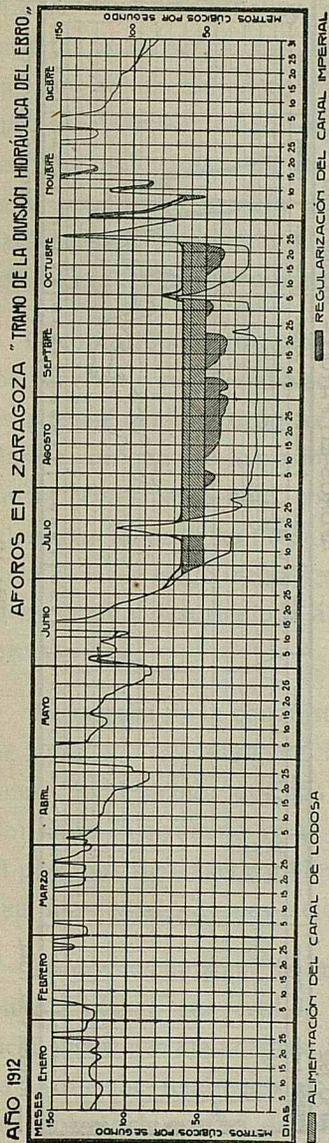
El embalse permite retener para su empleo durante el período estival, un volumen superior a 500 millones de metros cúbicos, y como quiera que este período sólo comprende unos tres meses y durante el resto los caudales son muy abundantes, la posibilidad de aumento es mucho mayor, cuatro veces aproximadamente esa cifra, o sea, un volumen comparable, quizá superior, al que hoy utilizamos en la explotación de este soberbio instrumento de nuestra riqueza nacional. Desde el punto de vista agrícola la construcción del pantano equivale, pues, a la creación de un nuevo Ebro.



(Fig. 10)



(Fig. 11)



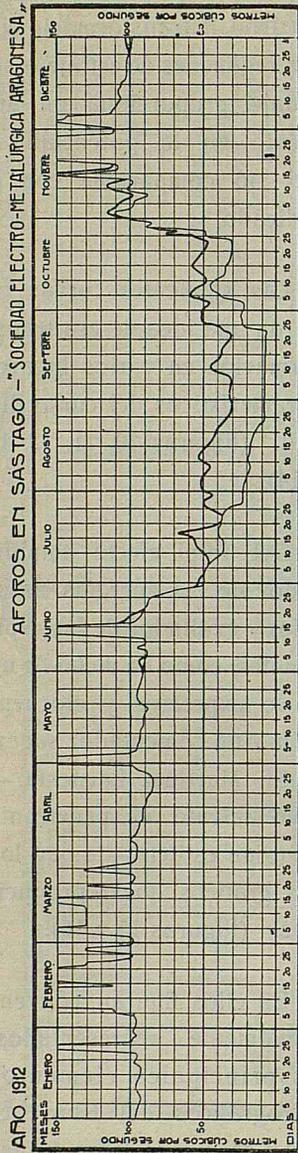
(Fig. 12)

Desde el punto de vista industrial, la transformación de los regímenes de estiaje o sequiaje proporciona un aumento en la potencialidad del río comparable con el indicado.

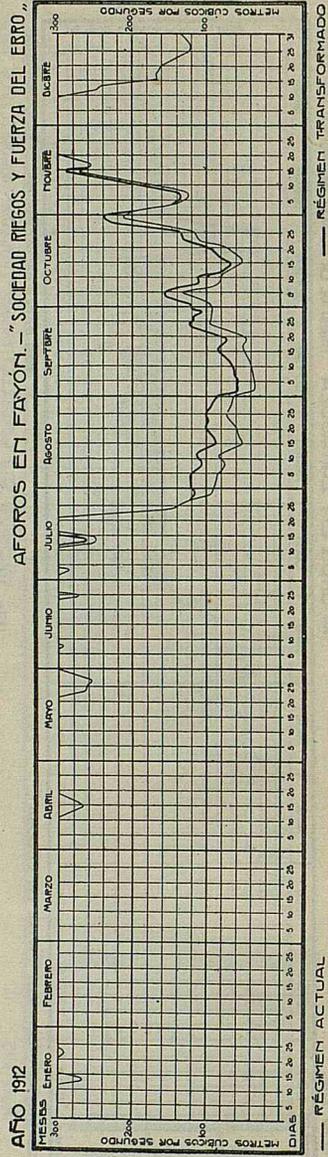
Las siguientes curvas os darán una idea de esa transformación en varios lugares característicos del curso fluvial. (Figuras 10, 11, 12, 13 y 14).

Del total efecto amplificador de las energías naturales y exaltador de las espirituales, como ha dicho de un modo expresivo y elocuentísimo un comentarador sagaz, el Sr. Martínez Lacuesta, —cuyo talento es penetrante como un estilete,—la dan los dos gráficos que reproducimos. (Figuras 15 y 16).

En ellos figuran, convencionalmente representados, los principales elementos hidrográficos del Ebro actual y del nuevo Ebro transformado por el pantano.



(Fig. 13)



(Fig. 14)

Limitándonos al aspecto industrial, vemos que la energía potencial continua del Ebro pasa desde su valor actual de 142.000, a 324.000 caballos, ganando, por tanto, una potencia superior a la mayor que hoy podríamos aprovechar. Ahora bien, no solamente es aprovechable la fuerza continua, sino que lo es también la periódica, y tanto más cuanto menores sean las oscilaciones, de modo que el aumento total es mayor de lo que a primera vista parece. Es también un nuevo Ebro para la industria, como lo es para la producción agrícola, y como lo es en definitiva para toda la vida del país.

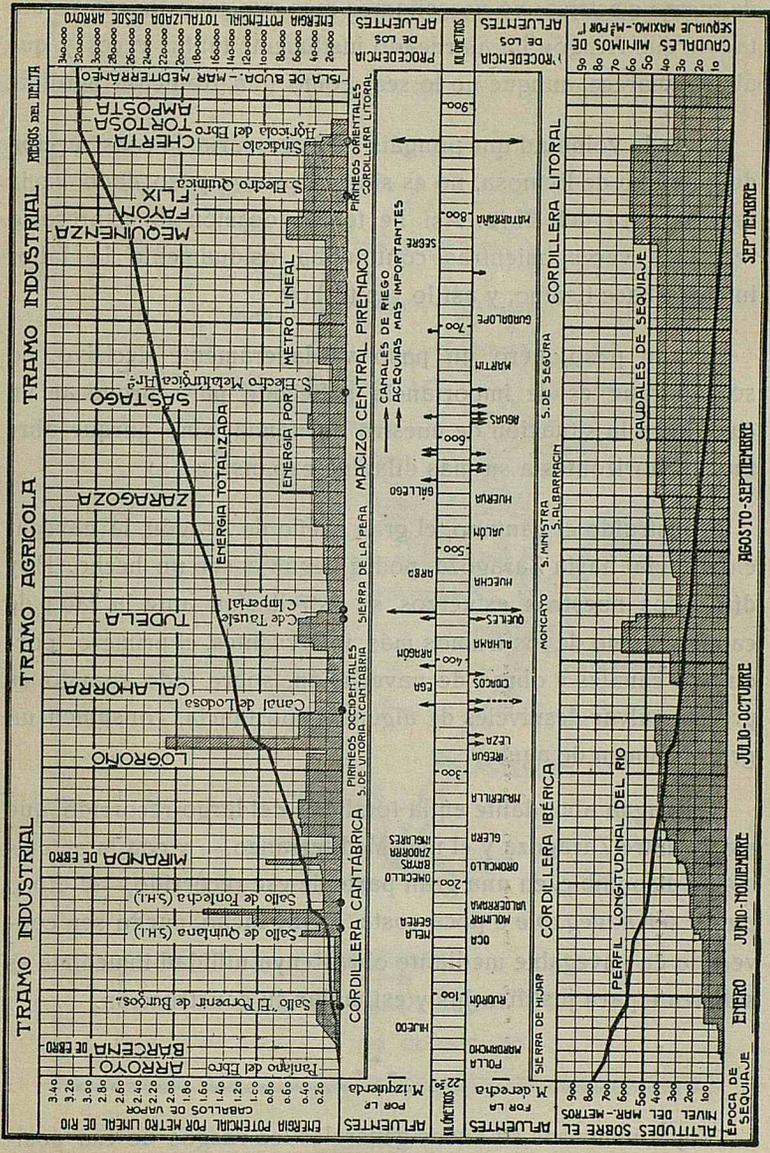
Encontraréis justificada mi parquedad en la expresión de los beneficios que el embalse promete; por razones que no se os pueden ocultar, debo velar como pueda el sincero entusiasmo con que veo la posibilidad de esta nueva y decisiva conquista, entusiasmo sólo comparable al que he puesto en la silenciosa labor de su preparación, y en la posterior, quizá más ruda, y desde luego menos grata para mí, de su propaganda en el vacilante y desorientado ánimo de los más interesados en su prosperidad.

En marcha de la conquista de la estepa, — nuestra pesadilla de antaño, — iniciada la del Ebro, que es su necesario y estimulante complemento, ¿qué nos queda por hacer? Pues nos queda por hacer lo siguiente: crear sobre estas enormes posibilidades, el país más rico, más equilibrado de España, para que España sea una de las naciones mejores, más prósperas de Europa.

Tendremos: la zona de cultivo extenso más dilatada, la de cultivo intenso más fértil, la mayor cantidad de energía hidráulica, pastizales abundantes, bosques hermosísimos, sin igual en la Península; tendremos, los tenemos ya, aun cuando por el aislamiento a que ha dado lugar la desconfianza de unos, la desorientación de otros y la apatía de todos, no hayan sido explotados aún, magníficos yacimientos de minerales metalife-



ENERGIA POTENCIAL CONTINUA DEL EBRO.-RÉGIMEN TRANSFORMADO



(Fig. 16).

ros; tendremos carbón abundantísimo, muy sobrante para las necesidades de una industria siderúrgica ampliamente abastecida de fuerza eléctrica; no necesitamos más que espíritu, esa voluntad de que Aragón ha alardeado justamente tantas veces y que ahora aparece, aunque no lo sea, como una tradición perdida.

Toda la voluntad que pongáis será necesaria; la construcción del pantano de Reinoso, no es sino el primer paso dado hacia la conquista del Ebro. Así he tenido ocasión de expresarlo repetidas veces, mientras continuaba asiduamente la labor iniciada hace tiempo, y así lo repito hoy.

Es un paso, pero un paso verdaderamente decisivo, no sólo porque es de importancia suficiente para provocar un cambio en la situación de nuestra economía, sino porque abre nuevos horizontes a su más dilatada expansión.

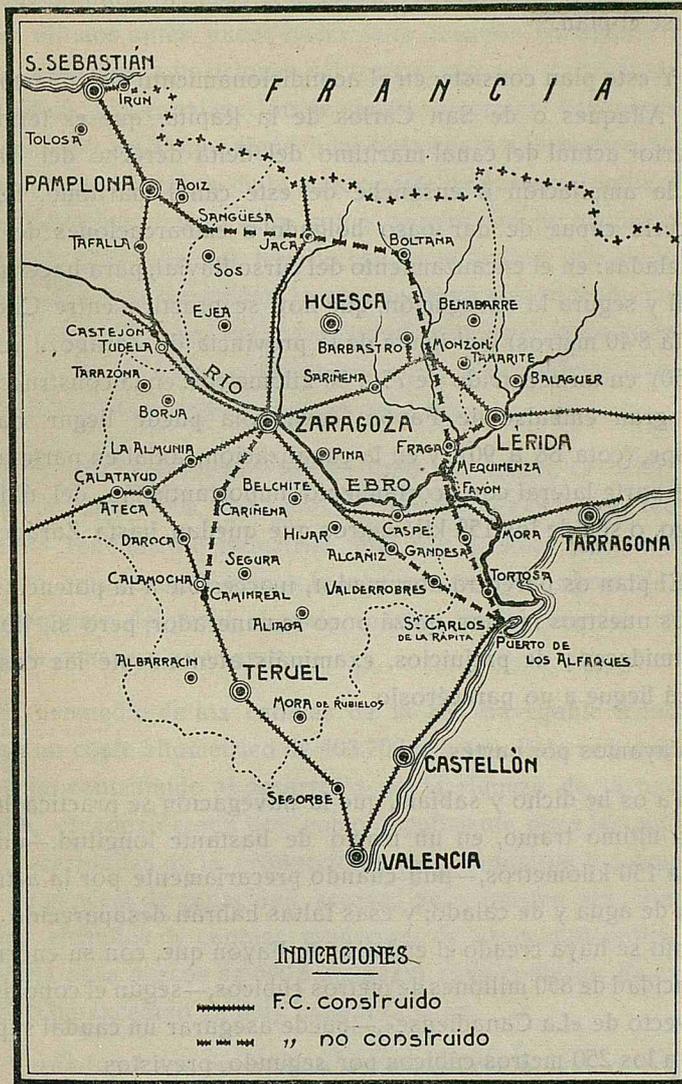
Construido el pantano, el gran sueño de Aragón, la navegación fluvial hasta Zaragoza, podrá llegar a ser un hecho. Hoy día todos nuestros esfuerzos se estrellarían ante la falta de caudal en uno de los tramos más interesantes, el primero, porque los canales y obras de navegación, sobre todo cuando es preciso salvar desniveles de alguna importancia, consumen un gran volumen de agua.

Con agua abundante en la totalidad del largo recorrido que media entre Zaragoza y el mar Mediterráneo, — y con la actualmente disponible, en una gran parte de ese recorrido, — *el Ebro puede ser navegable* a poca costa, mejor dicho, puede ser convertido en navegable mediante obras cuya utilidad inmediata es suficiente para justificarlas y estimular su construcción.

\*  
\* \* \*

Voy a indicaros en líneas generales los rasgos de esa posibilidad y sus naturales consecuencias en orden a la futura organización de la red de transportes en la cuenca.

# CROQUIS DE LA REGIÓN IBÉRICA



(Fig. 17).

Procederemos en sentido inverso a la marcha de las aguas, es decir en el sentido en que probablemente habría de desarrollarse el plan.

Y este plan consiste: en el acondicionamiento del puerto de los Alfaques o de San Carlos de la Rápita, que es término inferior actual del canal marítimo del delta derecho del Ebro: en la ampliación o ensanche de este canal marítimo, hasta hacerle capaz de dar paso holgado a embarcaciones de 600 toneladas: en el encauzamiento del curso fluvial, para hacer más fácil y segura la navegación, que hoy se practica entre Cherta (cota 8'40 metros) y el límite de la provincia de Zaragoza (cota 38'50), en un recorrido de 75 a 80 kilómetros: en la construcción del gran embalse de Fayón, cuya cola puede llegar hasta Caspe, (cota 88 a 90): y en la canalización, axial en parte y en otra parte lateral con acortamiento importantísimo, del último trozo, o sea de los 150 kilómetros que quedan hasta Zaragoza.

El plan os parecerá abrumador, inaccesible a la potencia de todos nuestros medios, quizá poco remunerador; pero si, libres de timideces y de prejuicios, examináis atentamente las cosas, quizá llegue a no parecéroslo.

Vayamos por partes.

Ya os he dicho y sabíais, que la navegación se practica hoy en el último tramo, en un tramo de bastante longitud,—unos 130 a 150 kilómetros,—aun cuando precariamente por la actual falta de agua y de calado; y esas faltas habrán desaparecido en cuanto se haya creado el embalse de Fayón que, con su enorme capacidad de 850 millones de metros cúbicos,—según el conocido proyecto de «La Canadiense»,—puede asegurar un caudal superior a los 250 metros cúbicos por segundo, previstos.

Ahora bien, el embalse de Fayón tiene un interés intrínseco que basta para motivar su construcción, tal vez realizada en estas fechas, si la guerra no hubiera retenido o dificultado las actividades de la empresa citada. Los 150.000 caballos que el

salto creado por la presa permite aprovechar, ofrecen remuneración suficiente al capital necesario.

Queda, pues, limitado el problema, al tramo superior, donde, como dijimos antes, puede hacer falta recurrir en algunos trozos, ya sea por imposiciones del terreno, ya por conveniencias del tráfico, a la construcción de canales laterales. Así sucederá, por ejemplo, en el que sigue inmediatamente a Zaragoza, tanto para recoger el tráfico de la mejor parte de nuestras vegas, aisladas del ferrocarril directo, como porque así lo aconseja la suavidad y llanura del terreno, su composición adecuada y, sobre todo, una circunstancia especialísima que es de la mayor importancia, de verdadera transcendencia en el trazado de un canal de navegación, y es la de que entre la desembocadura del Gállego y la del Segre, no hay un solo río.

Pero aun suponiendo que en todo ese trozo, es decir, en unos 100 kilómetros, fuera preciso recurrir al canal con reducción del rendimiento industrial, que por sí solo remuneraría, —como sucede en Fayón,—la construcción de obras de escalonamiento del perfil, el gasto no sería tan abrumador como pudiera pensarse y temerse.

El promedio de los canales de la red navegable francesa acusa un coste kilométrico de 403.702 pesetas. Esta red, que en tanto ha contribuido al desarrollo de la riqueza de la nación vecina, es considerada hoy como insuficiente para las modernas necesidades de la producción y de la industria; los canales son en general de capacidad escasa, pero pueden ser citados varios ejemplos de canales modernos de capacidad suficiente (hoy día para barcos de 600 toneladas) cuyo coste no ha excedido, o ha excedido en muy poco, esa cifra.

¿Verdad que aun cuando no se consiguiera ningún otro provecho, merece la pena de hacer el sacrificio, no ya de los 50 millones a que resultaría el trozo a esos precios, sino otro muchísimo mayor?

Por si las anteriores indicaciones no hubieran bastado para llevar a vuestro ánimo el convencimiento, os haré algunas más muy breves, pero quizá más elocuentes. El Ebro alcanza en Zaragoza la cota 190; pues bien, el *Canal du Midi*, francés, llega a la cota 189, el de Bourgogne a la 376, el del Nivernais a 261; pero aun hay más, y es que Bâle en Suiza, está llamado a ser, y lo será, la estación central de navegación fluvial de Europa.

Los canales no se desarrollan tan sólo por la planicie flamenca, por el llano wetsfaliano, por la Valakia, o por las praderas rusas del Báltico, remontan las pendientes, escalan los collados, y del mismo modo puede llegar en su día el nuestro a rendir el tributo de su potencia económica a Zaragoza y a besar los muros del Pilar.

\* \* \*

Aun no pudiendo daros más que las líneas generales, porque estos estudios han tenido carácter personal y han sido hechos sobre la base de unos datos cuya adquisición es muy penosa y lenta cuando no se dispone de un presupuesto o de un crédito para costearla, puedo señalaros algunas particularidades de una influencia decisiva sobre los demás medios de transporte.

Es la primera, que el embalse de Fayón penetra profundamente por el valle del Segre sobre los cauces de este río y del Cinca, constituyendo un puerto fluvial de la mayor importancia. A este puerto deberán, pues, concurrir todas las vías férreas que busquen una salida al mar. Las comunicaciones férreas directas desempeñarán una interesante misión comercial y política complementaria.

Y es la segunda, que el canal del primer trozo, si tal fuera la solución adoptada aquí, deberá arrancar de un embalse poco profundo, en el remanso de una presa situada aguas abajo de la desembocadura del Gállego, que alcance a Zaragoza, donde también se creará así un puerto fluvial capaz de recibir el tráfico aportado por el Canal Imperial de Aragón, ferrocarriles del N. y directo (cuena del Ebro), el de Jaca y Francia (cuena

del Gállego), el de Madrid (cuena del Jalón), el de Cariñena y Caminreal (cuena del Huerva).

Del mismo modo, la red convergente en Fayón debe comprender, aparte del ferrocarril directo que habrá de contribuir con poco a su tráfico, aun cuando sí a estimular y favorecer su eficacia y su prosperidad, el ferrocarril de Boltaña a Fraga que señalan en sus artículos mi respetado y admirado Jefe D. Joaquín Pano y mi compañero Lasierra en el artículo causante de estos vislumbres del porvenir, y por último, otro que siga la abandonada línea del Segre, el de Lérida a Fraga, de antiguo proyectado.

Prolongado así el beneficio del transporte fluvial hacia el interior, hasta la misma entraña del país, podéis asegurar que no habría puerto comparable con el nuestro en España, porque ninguno tiene un *interland*, según se dice ahora, comparable con éste.

Nuestra vía fluvial y nuestro puerto no necesitarán zona franca, no exportarán lingote, y mucho menos mineral.

Los ferrocarriles podrán cumplir su verdadera misión, que tanto es política como comercial, y no habrá un producto que carezca de valor fuera del lugar de su extracción o de su producción, porque el transporte en barco de 600 toneladas puede costar medio céntimo por tonelada y kilómetro.

Imaginad a Zaragoza,—si podéis,—con un puerto fluvial salpicado de dársenas, muelles y embarcaderos, a sus pies; recibiendo primeras materias y exportando productos en cinco o seis direcciones diferentes y, sobre todo, hacia el mar; con más de 600.000 hectáreas de zona cereal enfrente y 50.000 hectáreas de cultivo hortícola industrializable en sus proximidades; teniendo a su alcance todas las canteras del Ebro, todos sus yacimientos de carbón, los metalíferos de la banda ibérica turo-lense y a su disposición una enorme cantidad de energía eléctrica...; el espectáculo imaginado,—soñado más bien,—es realmente soberbio; pero para que sea realizable es preciso pensar

en la previa existencia de algo olvidado, de algo que ya debiera existir; de una red radial de ferrocarriles eléctricos, de tranvías, mejor dicho, que convirtiera en arrabales de la gran Ciudad a todos los pueblos próximos de sus varias vegas, que relacionara a sus fábricas transformadoras de los productos del suelo, con los campos donde se crían, que hiciera los transportes continuos, rápidos, nerviosos, que exigiría una región de vida industrial intensa y exige ya la agricultura industrializada que constituye ahora su principal riqueza.

Quizá lo que os digo os parezca una gran fantasía, quizá os lo siga pareciendo aun cuando la autorizada voz del Sr. Director de Obras Públicas os confirme la posibilidad del visionario sueño, quizá.....; porque estamos empequeñecidos, acobardados, y nuestra falta de voluntad, de aquella voluntad reposada, consecuente, serena, razonada e inflexible, que caracterizó a Aragón, nos inclina a la duda y a la desconfianza.

Por esta falta de voluntad serena nos dejamos arrastrar hacia empresas y negocios arbitrarios, caprichosos, antigeográficos, ruinosos, cuando no a algunos ajenos y aun opuestos a la prosperidad de la región, empleando fuerzas, arbitrios y recursos que hubieran podido engrandecerla.

Por mi parte, no solamente no creo que es un sueño, — aunque merece serlo, — sino que es práctico, bastante más práctico que lo actual, es decir, que la vida en un país donde habiendo tanta disponible, se gasta en agua mala lo que podía emplearse en vino bueno, donde los ferrocarriles se aturden en cuanto unos labradores con sus buenas yuntas les acercan a mano, para que se las lleven, unas cuantas toneladas de remolacha.

Pero, aun cuando sea un sueño, intentad realizarlo depouiendo toda rivalidad y toda lucha, que no sea la que ocasione el deseo de ocupar los primeros puestos en la gran conquista; intentad realizarlo, porque con el movimiento, que es ya señal de vida, desentumeceréis los miembros dormidos y cobraréis ánimos y fuerzas para seguir adelante.

Para dar los primeros pasos y darlos en firme en forma tal que no haya lugar a que la codicia o el interés ilegítimo se os interpongan, no es preciso hacer grandes sacrificios ni pedir favores al Erario, basta con evitar para siempre esos obstáculos.

El Ebro, sagrado para nosotros, debe serlo también para los Poderes Públicos y demostrarán que así lo estiman si declaran la utilidad de la navegación fluvial a los efectos de conceder carácter preferente a sus intereses; si obligan por medio de disposiciones inapelables a que todo nuevo usuario los respete y se supedite a ellos; si crean un organismo con amplia representación procedente de estas tierras del Ebro, para la impulsión del puerto mediterráneo de San Carlos; si incluyen, por fin, en los planes oficiales las obras indispensables para su más completo aprovechamiento.

Por nuestra parte debemos admitir y favorecer toda iniciativa particular inspirada en el deseo de obtener un beneficio legítimo, el que sea, y parta de donde parta, pero con una condición irrevocable, con la de que no contraríe, ni dificulte, ni retrase, el logro de nuestra gran aspiración.

\*  
\* \* \*

Antes de terminar, debo daros de nuevo las gracias por vuestra atención, de la cual tal vez haya abusado un poco, dejándome llevar de mi entusiasmo optimista, algo exagerado quizá, pero muy sincero.

Por lo que a la suerte del pantano del Ebro se refiere, la verdad es que el optimismo está bien justificado. Tal vez en la senda recorrida ha quedado algún abrojo, pero hoy está sembrada de flores, y se ensancha y facilita orientándose hacia el término deseado. El espontáneo entusiasmo de S. M. el Rey, de D. Alfonso XIII, cuyo espíritu despierto y vigilante está atento a las necesidades y conveniencias de la Patria, el interés demostrado por los partidos políticos que de verdad se preocupan de ellas, el que demuestra con su presencia el Sr. Director, nuestro ilustre

huésped y paisano, y ahora, señores Académicos, el apoyo de vuestra competencia, abren en las altas esferas de la gobernación del Estado y en las más elevadas del pensamiento, amplios y seguros caminos.

Desvanecidas las negras nubes de la larga noche porque ha pasado el mundo, un día nuevo, cuya aurora empezamos a vislumbrar, nos ofrece un porvenir próspero y brillante.

Todos debemos estar apercebidos y bien dispuestos de ánimos y fuerzas, porque el nuevo día será de tráfago y de lucha, y en esa lucha, pacífica, pero ardorosa, la victoria coronará a los mejor preparados.

¡Aún es tiempo! El nuevo día alborea, pero no ha llegado todavía y en estas horas crepusculares podemos forjar las armas que han de proporcionarnos el triunfo.

Si vuestra voluntad es firme, tenedlo por seguro. Esos hombres oscurecidos y modestos, únicos e infatigables artífices del progreso humano, aquí como en todas partes, han trabajado silenciosamente durante toda la noche pasada, — porque están acostumbrados a la vigilia, — y en sus laboratorios, sus bibliotecas, sus gabinetes y sus cátedras os han preparado el mejor material, el más puro, aquel que sólo puede ser fundido en un crisol, el de la Ciencia, cuando se pone al rojo por un fuego ardiente, el amor patrio.

HE DICHO.

# RÉGIMEN DE FUNCIONAMIENTO DEL PANTANO DEL EBRO

POR D. MANUEL LORENZO PARDO

## NECESIDAD DE TRANSFORMAR EL RÉGIMEN DEL RÍO EBRO

El Ebro es el río español en cuyo curso existen los aprovechamientos hidráulicos más importantes, y sin embargo, es el menos aprovechado relativamente a las enormes posibilidades que ofrece. Confírmase lo primero recordando los canales de navegación y de riego, las centrales hidroeléctricas y los establecimientos industriales más importantes entre los numerosos alimentados por sus aguas, principalmente, el Canal Imperial de Aragón, el de Tauste, los de la derecha a izquierda del Ebro en Tortosa, las centrales de «El Porvenir de Burgos», de la Sociedad Hidroeléctrica Ibérica, del Cortijo en Logroño, de la Sociedad Electro-Metalúrgica en Sástago y de la Electro-Química en Flix. Y demuestra lo segundo, la cifra elevadísima a que asciende la pérdida anual media de agua por la desembocadura marítima del río, pérdida que es comparable a la que tiene lugar por el cauce de los restantes ríos españoles reunidos.

Se han creado, por consiguiente, a lo largo del valle, cuantiosos intereses que constituyen preciado y sólido sostén de la economía nacional, pero pueden ser creados otros muchos que latan en su curso, y que sólo esperan para manifestarse y contribuir al desarrollo de esa economía, que desaparezca la causa que los oculta aparentemente, o los contiene al menos.

Los aprovechamientos no se han multiplicado más, en la

medida que lo permiten la vitalidad del país y la cuantía de los volúmenes de agua disponibles, por la gran irregularidad en el régimen de su circulación. Entre los creados ya, hay muchos, precisamente los de más transcendencia social, — que sufren las consecuencias de esta irregularidad exagerada con merma de sus beneficios y compromiso de su existencia.

Para asegurar y favorecer las actuales fuentes de riqueza, y aumentar su importancia y su número con general y muy variado provecho para el país, será preciso modificar ese régimen tan irregular y dislocado, lo que puede hacerse de un modo facultativo y discrecional mediante la propuesta creación de un gran embalse en la cabecera del río que retenga en el invierno una parte de las aguas sobrantes para su mejor empleo durante la época anual de escasez.

El proyecto del pantano del Ebro en Reinos, responde a esta necesidad y puede satisfacerla merced a las excepcionales circunstancias concurrentes en el lugar de su emplazamiento.

Ahora bien, como quiera que todos esos cuantiosos y variados intereses, lo mismo los actuales que los potenciales o latentes, dependen en definitiva del régimen de circulación de las aguas del Ebro y este régimen ha de ser modificado por el embalse regularizador, para idearle y proyectar sus obras de tal modo que su efecto útil sea el máximo, ha sido preciso tomar en cuenta todos esos intereses y para ello hacer un estudio previo de la fisiografía del río.

Del mismo modo ahora, antes de iniciar la exposición de este fundamental aspecto del proyecto, haremos un breve resumen del estudio de referencia que servirá de base a nuestros razonamientos y de justificación para sus consecuencias y resultados.

#### FISIOGRAFÍA DEL EBRO

Del indicado estudio se deduce que existen en el curso del Ebro tres tramos muy bien caracterizados. El primero, que comprende desde el origen hasta las Conchas de Haro, es esencialmente industrial en relación con la posibilidad de aprovechar

para la producción de fuerza motriz la torrencial pendiente del río; en este tramo superior están, entre otras obras de menor importancia aislada, los saltos de «El Porvenir de Burgos» y los dos de la Hidroeléctrica Ibérica abastecedores de Bilbao. El segundo tramo es principalmente agrícola; si se exceptúan los especialísimos riegos de Tortosa y del Delta,—arrozales en su mayor parte,—todos los regadíos del Ebro se encuentran en ese característico tramo medio cuyo final puede señalarse en la desembocadura del Segre hacia Mequinenza. El último tramo, que termina en Cherta, cerca de Tortosa, vuelve a ofrecer grandes posibilidades de carácter industrial, porque, aun cuando la pendiente es pequeña, los caudales medios son elevadísimos. Queda comprendida en este último tramo la garganta por donde el Ebro cruza la cordillera litoral catalana, esto es, todo el emisario del antiguo lado; en él, por tanto, los regadíos ocupan pequeñísima extensión.

Dentro del tramo medio del río pueden ser señalados tres trozos que ofrecen los siguientes caracteres diferenciadores. En el primer trozo, el riojano, o sea el que media desde Haro a Lodosa, aprovéchanse, casi exclusivamente, las aguas procedentes de los ríos secundarios, no sólo para regar su propia vega, sino para dominar los trozos más amplios y fértiles de la principal. La aportación de los afluentes es, por tanto, muy escasa o nula durante los estiajes. El segundo trozo, comprendido entre Lodosa y Sástago, es el de los grandes canales de riego, entre ellos el Victoria Alfonso (o Lodosa) en construcción, el de Tauste y el Imperial, y de los regadíos que pudiéramos llamar municipales, más importantes; aun cuando en este trozo existe aprovechamiento de las corrientes laterales, como sucede en Villafranca, Milagro, Cadreita, Valtierra y Arguedas con el Aragón, en el término de Almozara con el Jalón, o en el de Camarera y Candevania, Urdan y Rabal con el Gállego, son preponderantes, con gran superioridad, los riegos directos del Ebro. En el último trozo, por fin, inviértense de nuevo los términos y vuelven a adquirir preponderante importancia los riegos que

utilizan aguas derivadas de los afluentes Hijar, Martín, Aguas y Matarraña.

Los primeros regadíos de la zona media central, los riojanos y navarros, disponen en general de caudales suficientes en todo tiempo, pero consumen en la época del estiaje casi toda la disponible, en tan extremo grado, que dista mucho de quedar la estrictamente necesaria para alimentar el canal Imperial de Aragón. En el país se conoce el mal y unos con perfecta cuenta, otros, los más, sin dársela, todos han tocado sus consecuencias; la escasez llega a ser de tal naturaleza, que apenas puede derivar 8 metros de agua por segundo, derivándola toda, hasta la última gota, esa soberbia acequia que puede y debe llevar continuamente más de 30 para atender de un modo cumplido, o al menos satisfactorio, a las necesidades de los campos de su zona, de las industrias que a su amparo se han creado, de la higiene y de la vida fisiológica de una población urbana y rural superior a 150.000 habitantes.

Y si esto es ahora, antes de habrirse a la explotación el canal de Lodosa, que debiera ser coadyuvante y va a ser concurrente, si no nos damos prisa, verdadera prisa, en remediarlo, ¡imagínese lo que sucederá cuando se abra y derive hacia la nueva zona, la escasa cantidad de agua disponible!

¡Quizá no haya antecedente, aun contando con el conocimiento de las luchas a que el disfrute del agua ha dado lugar en tierras de Levante, para juzgar de la amplia gravedad de las que nos amenazan si el remedio no llega oportunamente!

Más abajo de Zaragoza, las aguas aportadas por los afluentes, las procedentes de las escasas lluvias de verano y, sobre todo, las escorrentías y sobrantes de los regadíos superiores, van engrosando el caudal hasta hacerlo holgadamente suficiente, no sólo para abastecer a los actuales regadíos, sino también para mover los artefactos empleados en la elevación de las aguas de riego.

Dedúcese de aquí, que la mejora del Ebro debe tender a

mejorar principalmente ese pequeño trozo central del tramo medio de donde arrancan los grandes canales, y añadimos que exclusivamente, porque tomando en consideración con todo detalle los intereses creados a lo largo del Ebro y las posibilidades conocidas y presumibles, resulta que el beneficio integral máximo a que puede dar lugar una obra realizable, por grande, por enorme que sea, coincide con la mejora máxima de dicho trozo.

#### FUNDAMENTO DE LA TRANSFORMACIÓN

De lo últimamente expuesto se deduce, que el efecto útil máximo de la función regularizadora encomendada al embalse en proyecto, se conseguirá asegurando la circulación constante del máximo caudal posible en ese trozo de río, y como quiera que el vaso elegido tiene una capacidad prácticamente indefinida, del máximo caudal consentido por la cuantía de los recursos hidráulicos disponibles para su alimentación.

Ahora bien, como existe una marcadísima diferencia,—muy superior a la que dichos recursos permitirían salvar,—entre los caudales de Julio, Agosto, Septiembre y Octubre, y los de todos los meses restantes, incluso los más próximos de Junio y Noviembre (1), la regularización estival, o sea la alimentación suplementaria, queda reducida a esos cuatro meses.

Para fijar con estas ideas el régimen transformado de utilidad máxima, hemos partido de la circulación constante en Zaragoza (única estación de aforos existente en todo el tramo del río) de diversos caudales *virtuales*, caudales superiores a los *teóricos* resultantes de efectuar las derivaciones en proyecto de realización próxima (canal de Lodosa), o inmediata alimentación suplementaria del Canal Imperial), y superiores también, aunque no en tanto, a los *reales*, pues parte del volumen de agua derivado vuelve al río después de aprovechado, por filtración, o sin aprovechamiento, por los azarbes, sobraderos y desagües.

(1) La diferencia entre los caudales medios correspondientes, es de 15 metros cúbicos como mínimo.

En todos los cálculos nos referimos al caudal virtual en Zaragoza, porque esta estación de aforos está situada aguas abajo de las nuevas obras de toma, pero advertimos que para la estimación de los beneficios de todas clases, y muy en particular del beneficio industrial, hemos partido siempre de los caudales teóricos que, según acabamos de decir, han de ser superados en la realidad.

#### RÉGIMEN DE ALIMENTACIÓN DEL EMBALSE

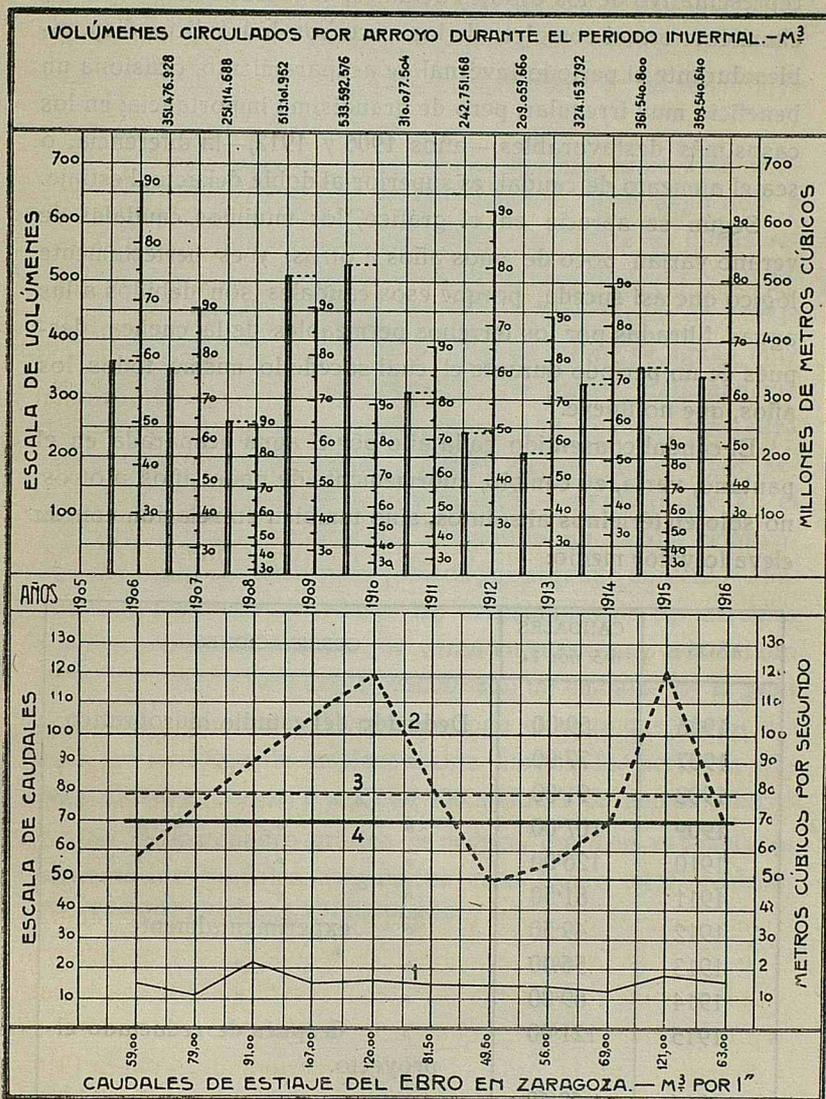
Pasamos por alto cuanto se relaciona con los estudios realizados para la estimación de los recursos hidráulicos de la cuenca alimentadora del embalse, poniendo a contribución el desinteresado celo y patriotismo de 270 observadores meteorologistas distribuidos en la total del Ebro, todos los datos pluviométricos publicados, y los foronómicos adquiridos por el personal facultativo de la División Hidráulica del Ebro desde que se organizó, con una modestia suicida, tan importantísimo servicio.

La confirmación experimental posterior de los resultados de aquel estudio nos permite excusar la justificación de sus fundamentos.

#### TRANSFORMACIÓN DEL RÉGIMEN VIRTUAL DE ESTIAJES EN ZARAGOZA

Damos por medidos ya los recursos acumulables durante cada período de acaparamiento y los representamos (Fig. 1.<sup>a</sup>) por una doble línea gruesa de la longitud correspondiente según la escala vertical del cuadro. Si a continuación de cada uno de los trozos así señalados, se dibuja una escala de volúmenes suplementarios graduada en caudales asegurados en Zaragoza, — o sea una escala funcional de caudales, — y se refieren sucesivamente sobre dichas escalas los extremos de las líneas representativas de los volúmenes acaparados y disponibles, sabremos lo que en cada año del plazo estudiado, —1905 a 1916, — hubiera podido circular por este tramo medio de un modo constante durante todo el período estival.

## ALIMENTACIÓN DEL PANTANO



La representación gráfica de estos nuevos caudales da lugar al contorno poligonal 2 de la parte baja del cuadro. Si se comparan las ordenadas correspondientes con las del contorno 1 representativo de los estiajes actuales, dedúcese que el aprovechamiento anual completo de los recursos hidráulicos disponibles durante el período invernal de acaparamiento, ocasiona un beneficio muy irregular, pero de grandísima importancia; en los casos más desfavorables,—años 1906 y 1912,—la diferencia, o sea el aumento de caudal, es superior al doble del actual estiaje.

Según se aprecia en el gráfico, los mínimos caudales de verano varían poco de unos años a otros, y es perfectamente lógico que así suceda, porque esos caudales son debidos a las aguas filtradas por los terrenos permeables de la cuenca, después de un período durante el cual sucede lo mismo todos los años, que no llueve.

El caudal consentido cada año por el agua acaparada en el pantano, varía, en cambio, enormemente de unos años a otros, no sólo en términos absolutos, sino también en relación con su elevado valor medio:

| AÑOS | CAUDALES<br>m <sup>3</sup> por 1» | OBSERVACIONES                                    |
|------|-----------------------------------|--|
| 1906 | 59'00                             | Deducido del estudio hidrográfico                |
| 1907 | 77'00                             | »           »           »                        |
| 1908 | 91'00                             | »           »           »                        |
| 1909 | 107'00                            | »           »           »                        |
| 1910 | 126'00                            | »           »           »                        |
| 1911 | 81'50                             | »           »           »                        |
| 1912 | 49'50                             | »           experimentalmente                    |
| 1913 | 56'00                             | »           »                                    |
| 1914 | 69'00                             | »           »                                    |
| 1915 | 121'00                            | »           después de redactado el<br>proyecto. |
| 1916 | 69'60                             | »           »           »                        |

Proceden estas grandes diferencias de las que existen entre los correspondientes régimes invernales de lluvia en la cuenca alimentadora del pantano, en primer término, pero también, y mucho, de las producidas por las irregularidades estivales en las cuencas vertientes de los diversos afluentes intermedios, y muy especialmente en las vascas y pirenaicas occidentales, como sucede con la del río de Aragón, cuyo régimen de verano influye poderosamente en el del Ebro.

Pero, sobre todo, es causa de que se acuse tanto esta irregularidad transformadora, la circunstancia, muy explicable y natural, de haber un marcado paralelismo entre las líneas representativas de los regímenes de invierno y de verano. En general, a un período de acaparamiento copioso sucede un estiaje muy poco acusado, a un invierno seco un estiaje de aguas muy escasas; en el primer caso el caudal de estiaje, naturalmente elevado, puede elevarse mucho más hasta alcanzar una cifra verdaderamente espléndida, — 126,00 metros cúbicos por segundo en 1910, — 121,00 metros en 1915, — en tanto que en el segundo solamente podría ser asegurado un caudal relativamente exiguo, — 49,50 metros cúbicos por segundo en 1912, — apenas suficiente para satisfacer las necesidades de los actuales aprovechamientos y de los que están en curso muy adelantado de realización. Y esto aun contando con un embalse de la gran capacidad necesaria para retener toda el agua que ahora circula por su lugar de emplazamiento durante los períodos alimentadores copiosos, o sea con 530 millones de metros cúbicos

Del mismo cuadro gráfico se deduce, que con capacidades menores los caudales asegurados en el tramo medio podrían ser los consignados a continuación:

CAUDALES ASEGURADOS EN ZARAGOZA  
EN METROS CÚBICOS POR SEGUNDO

| AÑOS | CAPACIDADES DEL EMBALSE EN MILLONES DE METROS CÚBICOS |               |               |               |        |
|------|---|---------------|---------------|---------------|--------|
|      | 200   | 300           | 400           | 500           | 600    |
| 1906 | <b>41,50</b>  | <b>54,00</b>  | 59,00         | 59,00         | 59,00  |
| 1907 | <b>55,00</b>  | <b>70,00</b>  | 77,00         | 77,00         | 77,00  |
| 1908 | <b>80,00</b>  | 91,00         | 91,50         | 91,00         | 91,00  |
| 1909 | <b>66,50</b>  | <b>70,50</b>  | <b>83,00</b>  | <b>106,00</b> | 107,00 |
| 1910 | <b>75,00</b>  | <b>90,50</b>  | <b>105,00</b> | <b>117,00</b> | 120,00 |
| 1911 | <b>65,00</b>  | <b>80,50</b>  | 81,50         | 81,50         | 81,50  |
| 1912 | <b>44,50</b>  | <b>49,50</b>  | 49,50         | 49,50         | 49,50  |
| 1913 | <b>55,00</b>  | 56,00         | 56,00         | 56,00         | 56,00  |
| 1914 | <b>50,50</b>  | <b>65,00</b>  | 69,00         | 69,00         | 69,00  |
| 1915 | <b>84,00</b>  | <b>111,00</b> | 121,00        | 121,00        | 121,00 |
| 1916 | <b>47,00</b>  | <b>59,00</b>  | 63,00         | 63,00         | 63,00  |

Los números señalados con tipo menor representan volúmenes limitados por falta de recursos hidráulicos en el período invernal precedente.

debiendo advertir, que con este régimen, es decir, con el que resultaría de emplear cada año todos los recursos hidráulicos disponibles, en cuanto se pasa de la capacidad correspondiente a los años de aportación mínima,—1906 y 1912,—no se consigue ampliar en nada el efecto regularizador, antes por el contrario, se van acentuando las irregularidades procedentes de las diferencias entre los estiajes de los diversos años, hasta llegar al máximo antes indicado.

No hay, pues, aparentemente, gran interés en ampliar la capacidad del embalse haciéndola superior a las aportaciones menores registradas, aportaciones que, según dejamos dicho, suelen preceder a los estiajes más rigurosos, ya que con el aumento tan sólo se consigue aumentar en los veranos que lo son poco desde el punto de vista hidráulico, un caudal que es de por sí abundante. Aparentemente resulta que con un embalse de 500 ó 600 millones de metros cúbicos tan solo se puede asegurar un caudal de 49'50 metros por segundo, o sea 8 metros cúbicos más que con el de 200 millones.

AMPLIFICACIÓN DE LA FUNCIÓN  
REGULARIZADORA DEL EMBALSE

No sucede así, sin embargo, antes por el contrario, la indicada ampliación es de transcendental interés y ofrece inestimables ventajas de todo orden. Pero para alcanzarlas es preciso variar, según vamos a exponer, el objeto y fines del embalse.

Se trata de una ampliación del concepto de obra regularizadora, de extraordinaria influencia sobre el régimen de funcionamiento del pantano, pero que apenas influye sobre el coste de las obras necesarias para crearle.

Antes de explicar el artificio ideado señalaremos la circunstancia, sumamente interesante, de que no se suceden bruscamente los años secos y los años copiosos, sino que se presentan agrupados de tal modo, que entre los de máxima y mínima posibilidad median otros de abundancia intermedia continuamente creciente o decreciente.

Durante un cierto plazo de varios años habrá un exceso creciente que podrá irse acumulando para su mejor empleo en el plazo,—de varios años también,—que sigue, plazo en cuyo transcurso la falta de aguas se iría haciéndose sentir cada vez más si no existiera esa reserva acumulada durante el plazo de abundancia anterior.

En esta conservación de los volúmenes sobrantes estriba el

cambio en el régimen de funcionamiento del pantano al que antes hicimos referencia.

La reserva irá aumentando en tanto haya aguas sobrantes sobre un cierto caudal medio asegurado hasta alcanzar un máximun al final del último invierno de abundancia, e irá decreciendo después, hasta el mínimo que corresponda a la terminación del último verano de aguas escasas en relación con ese mismo caudal medio. El embalse no se vaciará, por consiguiente, sino en casos excepcionales, precisamente al final de un largo período de escasez, tanto en los recursos disponibles como en el caudal estival a suplementar.

La curva 2 del cuadro gráfico adjunto se transformará así en la 3, representativa como la anterior del régimen hidrográfico estival de Zaragoza, de un régimen considerablemente reforzado también respecto del actual, pero que ofrece, además, la grandísima ventaja de la continuidad en el caudal.

#### UN NUEVO EBRO

El Ebro se habrá enriquecido, habrá aumentado su potencialidad, pero no al azar, sino de un modo perfectamente regulado y previsto. Tan pronto como llegue el período de aguas bajas el caudal alcanzará ese valor constante, que no solamente lo será en la totalidad de su transcurso, sino que se podrá alcanzar y mantener igualmente al siguiente año y al otro, y al otro. No los habrá secos y abundantes en esa época característica de su potencialidad económica, ni buenos ni malos; todos serán sensiblemente iguales y, por serlo, quedarán completamente aseguradas las inmensas riquezas alimentadas por el gran río.

La línea 3, corresponde a un caudal estival teórico, o sea a un aprovechamiento completo, íntegro, de los recursos disponibles. Las pérdidas de todas clases, muy amplia y aun quizá exageradamente, estimadas, reducirán el caudal aprovechable al valor medido por la ordenada constante de la línea 4, que es la

que ha servido de base al cálculo de beneficios ofrecidos por el embalse, de que repetidamente se ha hecho mención.

#### EL FUTURO LAGO DEL EBRO

Con arreglo a este régimen, muy distinto del que sirve de base a la explotación de los embalses destinados a fines más restringidos, lo que se crea realmente es un lago artificial de nivel variable, análogo, siquiera su importancia sea menor, por la limitación geográfica de la cuenca alimentadora, a los que aseguran una circulación constante y un régimen beneficioso a los ríos más aprovechables y mejor aprovechados del mundo, a los ríos que han creado la riqueza de las naciones más prósperas. En la proporción de los recursos hidráulicos disponibles, serán conquistadas para nuestro Ebro las ventajas enormes, incalculables, que para el Rin, el Ródano, el Tessino y el Poo, el San Lorenzo y el Nilo, se derivan de la existencia de los lagos Costanza, Lemán, Mayor, Grandes Lagos de la América del Norte y Nyanza,

Antes de seguir adelante con nuestra explicación, saldremos al paso de las observaciones que pudieran hacerse, advirtiéndole; que por la disposición y forma del vaso, por la naturaleza de las aguas que han de ocuparle y, en definitiva, por la naturaleza y estado de los terrenos de la cuenca alimentadora, no hay temor alguno de que se acumulen aterramientos capaces de dificultar su conservación y, mucho menos, de comprometer su existencia, y que tampoco son de temer las pérdidas de agua por evaporación, porque ésta es escasa y queda compensada ampliamente con el mayor aprovechamiento de las aguas de lluvia caídas sobre una enorme superficie que en la actualidad no está embalsada. Para la debida apreciación de estas advertencias añadiremos que se fundan en el resultado de numerosos análisis dosimétricos y químicos y de observaciones meteorológicas, cuya reproducción, siquiera sea en resumen no es del caso.

No hay, pues, inconveniente en retener como reserva los volúmenes sobrantes de los años buenos, y sí positivas ventajas

que no se limitan a las que venimos explicando, sino que afectan a otros intereses y muy especialmente a los locales.

Atribuimos tanta importancia a estas ventajas, que antes de haber realizado el estudio comparativo de los regímenes del río en el lugar de emplazamiento de las obras y en el de aprovechamiento de sus aguas y, por tanto, de haber ideado el de funcionamiento del embalse, pensamos conservar en el fondo del vaso una reserva con este solo objeto. Hemos comprobado después, que la opinión ilustrada del país se interesó vivamente por este extremo tan pronto como fué conocido el propósito, y todas nuestras referencias coinciden en que en este sentido habrá de manifestarse cuando llegue el caso de exteriorizarse de un modo eficaz.

#### RELACIÓN ENTRE EL EFECTO ÚTIL DEL EMBALSE Y SU CAPACIDAD

Adoptado este criterio, ha podido ser fijada la capacidad del embalse, y en relación con ella el efecto útil de su creación, o lo que viene a ser lo mismo, el caudal mínimo cuya circulación por el tramo medio del Ebro puede ser asegurada, por un procedimiento gráfico muy sencillo y suficientemente riguroso.

Se ha hecho el cálculo para diversos caudales variables de 10 en 10 metros cúbicos por segundo, entre 50 y 90, formando otros tantos cuadros semejantes a los tres que reproducimos. (Fig. 2).

El eje horizontal de abscisas corresponde a los tiempos, y está dividido en tantos espacios iguales como años comprende el plazo a que se refieren los datos disponibles. Normalmente a él se han ido llevando ordenadas que, en la escala de volúmenes indicada en el borde izquierdo del cuadro corresponden a las diferencias existentes entre la aportación invernal de la cuenca alimentadora del embalse, y el volumen necesario para alcanzar y mantener constante en la estación de aforos de Zaragoza, el caudal a que cada gráfico se refiere. Las ordenadas positivas representan los sobrantes, las negativas los volúmenes por defecto.

El examen de estos cuadros basta para adquirir una idea muy aproximada de la cuantía de ese caudal límite o teórico, a que como máximo se puede aspirar. Será aquel para el cual, el área representativa del volumen total por exceso (rayada con línea continua) y el total por defecto (rayada con línea de trazos) sean iguales, es decir, para un caudal muy próximo de los 80 metros cúbicos por segundo.

Si totalizamos e integramos los contornos de las dos áreas obtendremos nuevos contornos representativos de la variación de los volúmenes acumulados en el embalse en las épocas de abundancia y de los separados de esta reserva en las de escasez.

La integración se ha efectuado gráficamente en una escala de volúmenes mitad que la anterior,—la indicada en el borde derecho del cuadro,—comenzando en , en sentido ascendente para los volúmenes por exceso, y en sentido descendente terminando en 0, para los por defecto. Los primeros se han representado con línea sencilla y llena, y los segundos con línea sencilla también, pero de trazos. La ordenada final de un período de exceso representará el sobrante acumulable; la inicial de un período de escasez, el volumen total necesario para asegurar durante su transcurso la circulación del caudal correspondiente, y la diferencia entre ambas, el exceso o falta definitivos.

Del examen de los gráficos se deduce: que para asegurar durante el período 1905 a 1914, 50 metros cúbicos por segundo en Zaragoza, han sobrado 1480 millones de metros cúbicos; para el de 60 metros cúbicos por segundo, 1005 millones; para el de 70 metros cúbicos por segundo, 540 millones; en tanto que hubiera sido necesario disponer de 15 millones más en el período 1909 a 1911, para poder asegurar durante el siguiente, de 1911 a 1914, el caudal de 80 metros cúbicos por segundo, y 550 millones en el período 1909 a 1911, para asegurar 90 metros cúbicos por segundo, caudal que, por ser notoriamente exagerado, ha sido el último tomado en consideración para el desarrollo de los cálculos.

### CAPACIDAD DEL EMBALSE

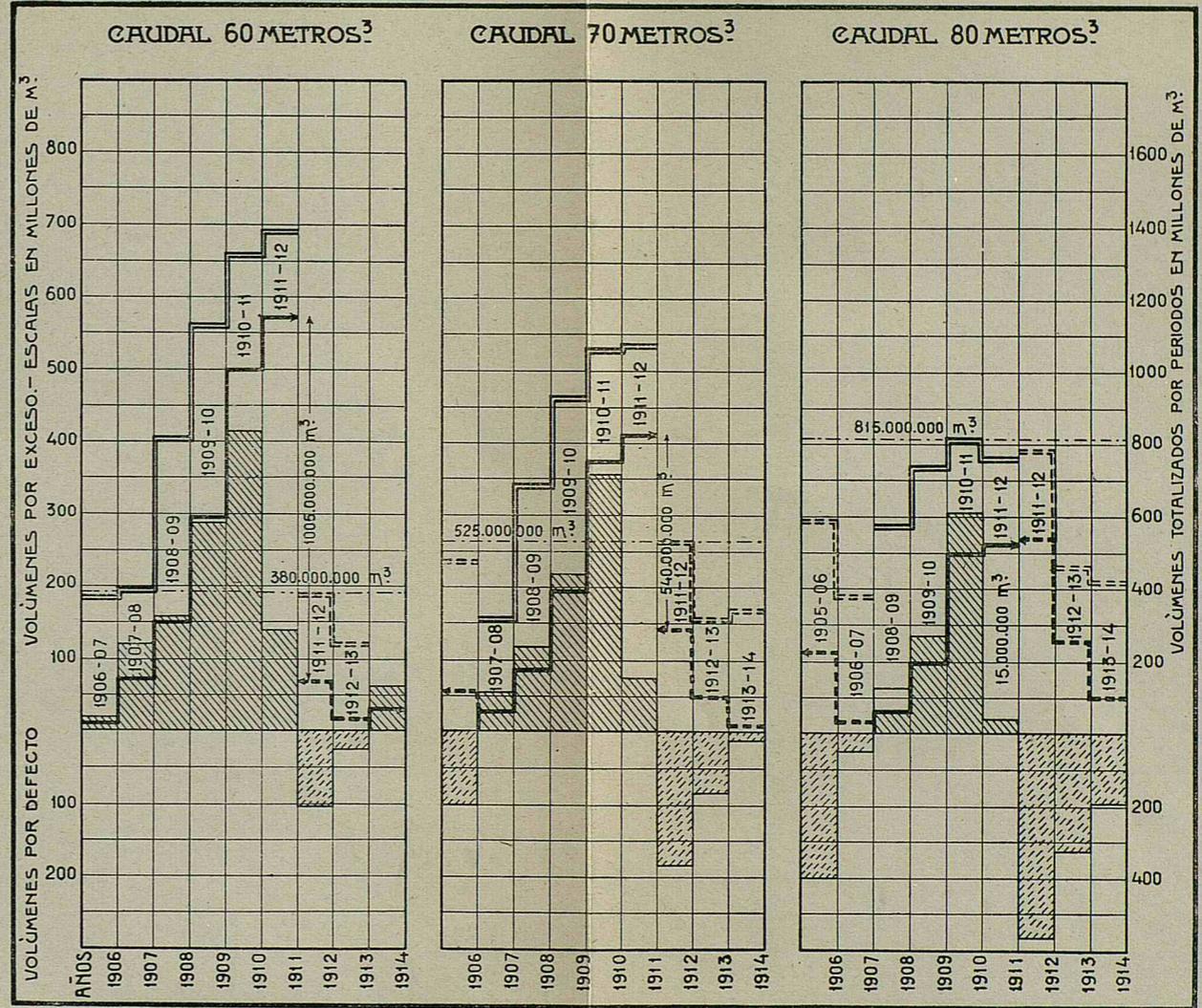
Para deducir de los anteriores resultados la capacidad del embalse, procedemos del siguiente modo. Si a cada volumen acumulado, o sea, a cada ordenada del contorno integral, sumamos el correspondiente a la aportación de la cuenca alimentadora durante el período invernal siguiente, si es por exceso, tenemos expresada en la misma escala, la capacidad que el vaso debería tener para almacenar sin pérdida los sobrantes de años anteriores, y, del mismo modo, sumando a las ordenadas del contorno integral de faltas, la aportación del año invernal anterior, la capacidad que el pantano debería tener para permitir el hecho de haber conservado retenidos los volúmenes supletorios necesarios para compensar las faltas de años sucesivos hasta el nuevo período de abundancia.

La operación indicada da lugar a dos nuevos contornos representados con doble línea gruesa, llena para el período de exceso, y de trazos para el de escasez. Las ordenadas máxima de este segundo contorno para los caudales inferiores al teórico, y del primero para los superiores, miden las capacidades del pantano necesarias en el primer caso, útilmente aprovechables en el segundo.

De este modo se han deducido las cifras consignadas en el siguiente estado:

| CAUDAL ESTIVAL EN ZARAGOZA<br>Metros cúbicos por 1" | CAPACIDAD REGULADORA<br>Metros cúbicos |
|---|--|
| 40  | 190.000.000                            |
| 45  | 220.000.000                            |
| 50  | 250.000.000                            |
| 55  | 358.000.000                            |
| 60  | 380.000.000                            |
| 65  | 450.000.000                            |
| 70  | 525.000.000                            |
| 75  | 640.000.000                            |
| 79'50   | 800.000.000                            |

## COMPARACIÓN DE LOS VOLÚMENES INVERNALES DISPONIBLES CON LOS SUPLEMENTARIOS DE ESTIAJE EN ZARAGOZA



VARIACIÓN CON EL CAUDAL ASEGURADO, DE LOS RASGOS  
CARACTERÍSTICOS DEL RÉGIMEN DE FUNCIONAMIENTO

De los gráficos anteriores dedúcese inmediatamente algunas observaciones interesantes, que expondremos ya, aun cuando habrán de ser objeto de un examen más atento cuando definamos, con precisión que ahora no es posible, el régimen local de funcionamiento del pantano.

Obsérvase, que para caudales inferiores o iguales a 50 metros cúbicos por segundo, puede asegurarse la continuidad de su paso durante los estiajes, llenando y vaciando alternativa y totalmente el pantano todos los años, y dando salida al terminar el invierno a las aguas sobrantes, cuyo volumen puede llegar a ser comparable, y aun superior, al de las aguas realmente aprovechadas. Entre 50 y 60 metros cúbicos por segundo, el pantano llegará a llenarse la mayor parte de los años y se rebasará completamente en una mitad de ellos, no obstante ser la capacidad que corresponde a esos caudales sensiblemente igual a la aportación media de la cuenca. Para 70 metros cúbicos, solamente se llenará el pantano en una mitad de los años transcurridos. Y, por fin, en el caso límite o teórico, no se llenará,—sin llegar a rebasarse, por supuesto,—sino al final de un período de lluvias o nieves abundantes de carácter extraordinario, aunque periódico.

Y es sumamente interesante también, como observación de conjunto, que el régimen, y la capacidad del pantano por consiguiente, depende tanto como del régimen alimentador, o más tal vez, del régimen estival en Zaragoza.

Para la debida interpretación y mejor aprovechamiento de los resultados anteriores, hemos formado un gráfico resumen, en el cual se han llevado sobre las ordenadas definidas por los diversos caudales asegurados, longitudes proporcionales a los

volúmenes totales sobrantes o por defecto, y a las correspondientes capacidades del embalse (Fig. 3).

Los extremos de las primeras definen una línea aproximadamente recta que corta al eje horizontal de caudales en el punto que tiene por abscisa, 79,50 metros cúbicos por segundo, que es el máximo caudal teórico aprovechable. Le corresponde una ordenada en la segunda curva, en la de capacidades, de 800.000.000 metros cúbicos, que es la capacidad límite utilizable provechosamente.

Las variaciones de la capacidad son sensiblemente proporcionales a las de caudal, entre 50 y 70 metros cúbicos por segundo; a partir de esta última cifra la línea es curva, y curva de convexidad vuelta hacia el eje horizontal, o sea de ordenada rápidamente creciente. Procede este cambio, del acentuado aumento de plazo durante el cual se hace necesario el suplemento cuando crece el caudal que se trata de asegurar, y es su consecuencia inmediata, un aumento rápido en el coste de las obras en relación con el metro cúbico de caudal asegurado.

Más adelante habremos de insistir algo más sobre este importante extremo. Expondremos antes otras razones que son más poderosas que la económica, aun siéndolo ésta mucho, y suficientes para imponer una sensible reducción en la capacidad y efecto regularizador teóricos.

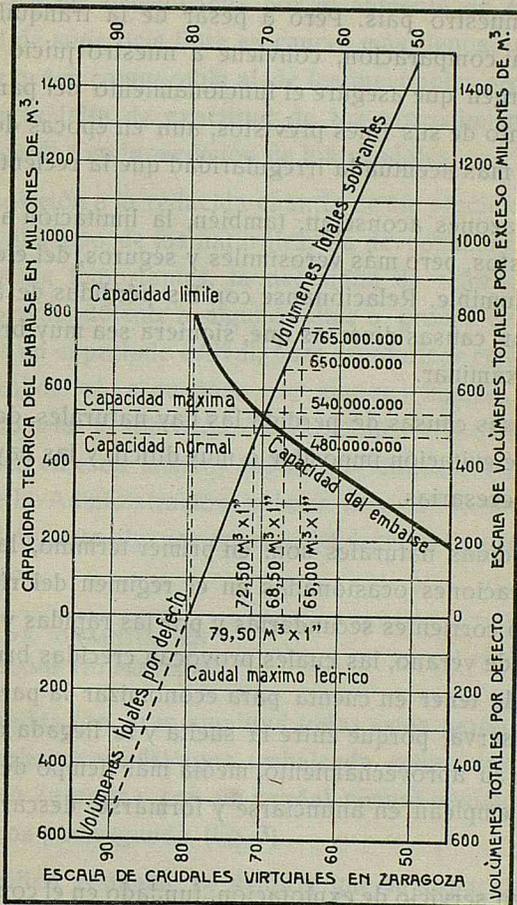
#### REDUCCIÓN DEL RÉGIMEN VIRTUAL TEÓRICO. — PÉRDIDAS PRESUMIBLES

Conviene no olvidar, en efecto, que todos los cálculos se refieren a un período relativamente breve,— diez años,— y que, aun dentro de ese período, los datos fundamentales son bastante escasos. La más elemental prudencia aconseja no generalizar en estas condiciones una solución extrema o límite, que podría no tener efectividad en épocas menos lluviosas.

Claro es, que tal posibilidad fué tomada en consideración antes de aceptar, sin rectificación previa, el indicado período

## DEDUCCIÓN DE LA CAPACIDAD DEL PANTANO

### CUADRO RESÚMEN



(Fig. 3).

como base para hacer este estudio, resultando del examen comparativo de los datos disponibles, tanto foronómicos, como pluviométricos, que en toda la Península Ibérica, y muy especialmente hacia sus zonas N y NE, los valores correspondientes a ese plazo son inferiores, o a lo sumo comparables, con los medios deducidos de plazos mucho más extensos, tan extensos como lo permite la escasa antigüedad de esta clase de observaciones en nuestro país. Pero a pesar de la tranquilidad que ofrece esta comparación, conviene a nuestro juicio dejar un amplio margen que asegure el funcionamiento del pantano y el cumplimiento de sus fines previstos, aun en épocas de más escasez o de más acentuada irregularidad que la reciente.

Otras razones aconsejan, también, la limitación a términos más modestos, pero más verosímiles y seguros, del efecto regulador presumible. Relaciónanse con las pérdidas de agua producidas por causas diversas que, siquiera sea muy brevemente, vamos a examinar.

Entre esas causas de pérdida las hay naturales, de régimen, pérdidas de evitación imposible o muy difícil, y las hay voluntariamente necesarias.

Las pérdidas naturales son: en primer término, las debidas a las alteraciones ocasionadas en el régimen del río por los afluentes o corrientes secundarias y por las rápidas y violentas tormentas de verano, las cuales provocan crecidas bruscas, que es imposible tener en cuenta para economizar la parte equivalente de reserva, porque entre la suelta y la llegada del agua a la zona de su aprovechamiento, media más tiempo del que esas tormentas emplean en anunciarse y formarse, descargar y desvanecerse.

Un buen servicio de explotación, fundado en el conocimiento oportuno de noticias facilitadas por observadores meteorologistas e hidrográficos distribuidos a lo largo del río principal y de sus principales cuencas afluentes, podría reducir mucho las pérdidas ocasionadas por las alteraciones laterales del régimen

que son las más importantes, pues las crecidas originadas por tormentas son de muy escasa duración y arrojan, por tanto, un volumen total sumamente reducido.

Entre las pérdidas naturales incluimos también, las debidas a la filtración de las aguas almacenadas en el embalse, — pérdidas verosimilmente insignificantes en este caso, en que concurren garantías de impermeabilidad del vaso muy poco frecuentes, — y las ocasionadas por el aumento de evaporación debido al de superficie libre en cauces más llenos, pérdida esta última de orden comparable al de los inevitables errores cometidos por la falta de exactitud de los procedimientos operatorios seguidos en la medición de los caudales.

En oposición a la reducida cuantía de las pérdidas comprendidas en el grupo de las naturales, ha de consumir volúmenes relativamente importantes, la necesidad de reforzar el suplemento correspondiente a algunos días o grupos de ellos comprendidos en el período estival, para regularizar cumplidamente el régimen del río a su paso por algunos lugares del primer tramo industrial y, sobre todo, para mantener la continuidad de ese régimen en esos mismos lugares, — donde antiguas concesiones de la Administración pública han creado intereses alegables, — durante algunas épocas del período invernal de acaparamiento.

#### MARGEN DE GARANTÍA EN EL FUNCIONAMIENTO PREVISTO

Apreciadas con gran amplitud todas estas pérdidas o faltas de aprovechamiento del agua embalsada, estimamos que podrá contarse en Zaragoza, con un caudal virtual mínimo de 65 metros cúbicos por segundo. (fig. 3).

Del gráfico resumen se deduce, que la capacidad teóricamente necesaria para asegurar dicho caudal es de 450.000.000 metros cúbicos. sobrando un volumen de 765.000.000 metros cúbicos en la totalidad del plazo. Ahora bien, como la capacidad normal del pantano, correspondiente al nivel definido por la po-

sición media de las alzas móviles del sobradero, es de 480.000.000 metros cúbicos, podrá ser asegurado teóricamente un caudal mayor,—68,50 metros cúbicos por segundo,—con un sobrante total de 650.000.000 metros cúbicos, que da un margen de 115.000.000 metros cúbicos, equivalente a un caudal no aprovechado de 3,50 metros cúbicos por segundo.

Pero este margen de seguridad, muy importante ya, resulta ser mucho mayor, porque merced a la substitución,—consentida por circunstancias locales de carácter excepcional,—del aliviadero de superficie corriente por varias compuertas-vertedero o alzas movibles a voluntad, puede ser aprovechado un metro más de altura, al cual corresponde un volumen de 60.000.000 metros cúbicos. La capacidad máxima del pantano resultará así ser de 540.000.000 metros cúbicos, y el caudal asegurado de 72'50 metros cúbicos por segundo.

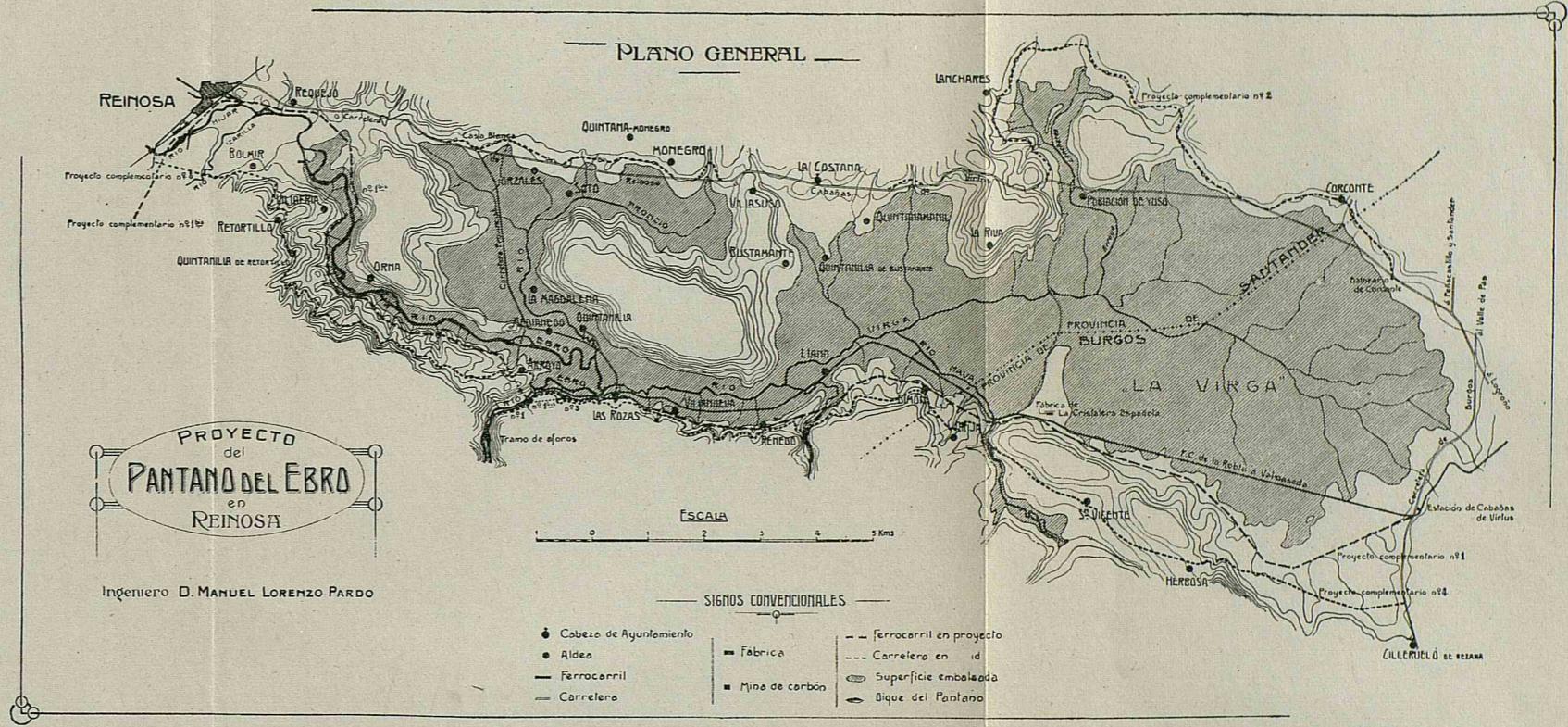
Este aprovechamiento suplementario de la parte superior y más capaz del vaso, a muy poca costa efectuado, permite disponer de una reserva utilísima en años o grupos de años de carácter excepcional, reserva que ofrece una garantía solidísima medida por la considerable cifra de 7'50 metros cúbicos por segundo, cuyo caudal podría ser perdido o dejado de aprovechar de un modo continuo durante todo el plazo estival de cuatro meses, sin merma del caudal asegurado que ha servido de base para deducir la transformación del régimen y la correspondiente estimación de sus beneficios.

#### DEDUCCIÓN Y ANÁLISIS DE LA CURVA DE CAPACIDAD

Veamos ahora cómo pueden ser obtenidas estas capacidades por el creciente remanso debido a un aumento de altura de la presa.

Para la debida interpretación de las sucesivas consideraciones recordaremos a los que conocen las líneas generales del proyecto, o haremos conocer a los que no tienen noticia

PLANO GENERAL



PROYECTO  
del  
**PANTANO DEL EBRO**  
en  
REINOSA

Ingeniero D. MANUEL LORENZO PARDO

ESCALA  
0 1 2 3 4 5 Kms

- SIGNOS CONVENCIONALES
- Cabeza de Ayuntamiento
  - Aldea
  - Ferrocarril
  - Carretero
  - Fabrica
  - Mina de carbón
  - - - Ferrocarril en proyecto
  - - - Carretero en id
  - ▨ Superficie embalsada
  - ◁ Dique del Pantano

de él, que en esencia consiste en cerrar el valle del Ebro en un lugar inmediatamente inferior a la confluencia sucesiva de los ríos Proncio y Virga con aquel. Las aguas retenidas inundarán los valles de los tres ríos indicados y los de algunos afluentes secundarios de poca importancia, como son, el río Nava y los arroyos Pinádero y Lanchares. (Fig. 4).

Al inundar primero el fondo de los valles, y sucesivamente el pie de las laderas y la parte más baja de éstas, van siendo alcanzados varios poblados, algunas fábricas y molinos, y varias líneas de comunicación, como carreteras y ferrocarriles.

Los terrenos de mayor valor, y por tanto mejor aprovechados y de expropiación más violenta, difícil y costosa, son los más profundos, pero ocupan muy escasa parte de la superficie total ocupada, sobre todo a partir de una profundidad o calado máximos de 10 metros, para la cual empiezan a quedar inundados los extensos terrenos yermos del páramo de la Virga.

Para medir la capacidad del vaso, se procedió al levantamiento completo de su plano detallado, relacionando entre sí por medio de una triangulación, algunos trabajos parciales previamente hechos con diversos fines propios del estudio, con otros de relleno exclusivamente destinados a esta medición.

El plano, dibujado en escala de 1:10.000, fué dividido en cuadrículas de 2.500 metros de lado; midiéndose después con toda la precisión consentida por los aparatos integradores o planímetros polares, de uso corriente, la parte de la superficie limitada por las curvas de nivel trazadas en el plano contenida en cada cuadrícula, obteniendo por sus respectivas sumas, el área total correspondiente a las diversas curvas.

El resultado de estas prolijas operaciones consintió trazar la curva *S* (fig. 5) que relaciona con la altura, medida a partir de la cota del fondo del valle,—o sea la más baja en el lugar de emplazamiento de la presa,—la superficie inundada, superficie que comienza siendo nula y llega a alcanzar a la altura de

20 metros, que es la máxima, (cota 132), una extensión de 63 kilómetros cuadrados.

De la curva  $S$  se ha deducido la  $V$ , correspondiente a los volúmenes, en función de la misma variable independiente,  $h$ , por medio de una integración gráfica cuyo módulo y base aparecen consignado y representada en el dibujo.

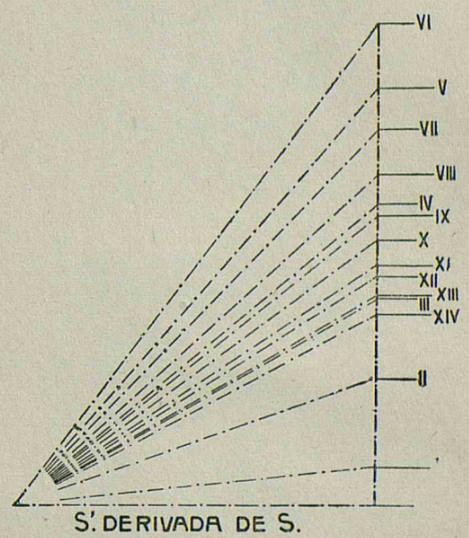
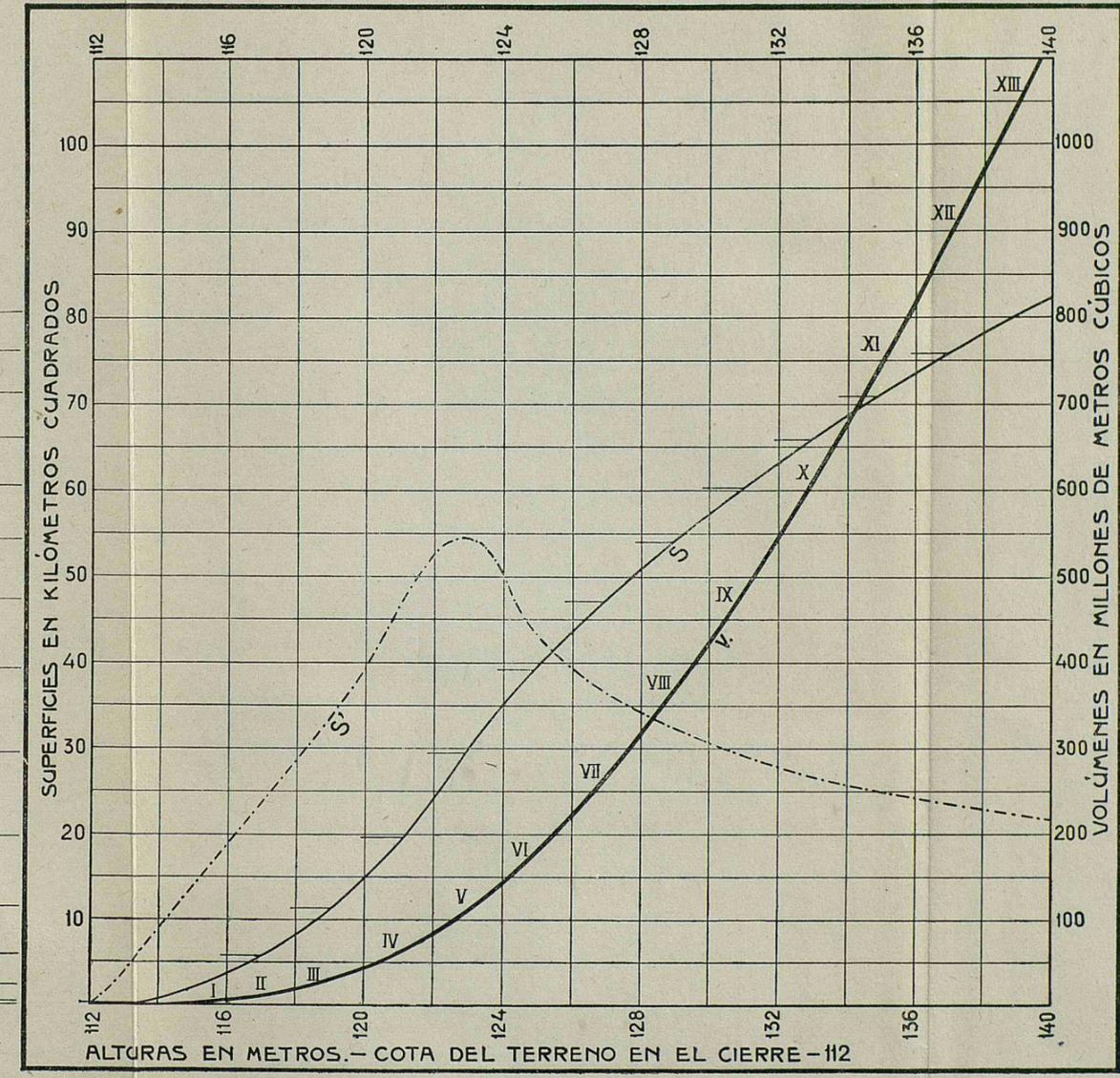
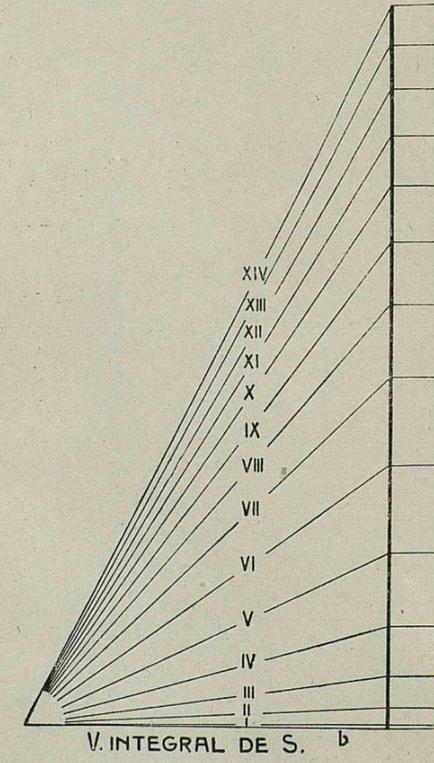
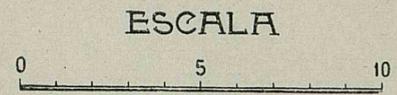
Detengámonos un poco en el examen de estas curvas y, para ello, construyamos la curva  $S'$ , derivada de  $S$ , curva cuyas ordenadas,  $S' = \frac{ds}{dh}$ , son proporcionales a los coeficientes angulares de las tangentes de  $S$ , o, lo que es igual, a la rapidez de crecimiento de la superficie con la altura de embalse.

Obsérvase desde luego, que la ordenada de esa nueva curva tiene a partir del origen, por el que pasa, un crecimiento uniforme y rapidísimo hasta llegar a un máximo sumamente marcado. A partir de este máximo decrece de una manera continua y regular, pero no uniforme; el decrecimiento es rápido en el primer trozo de la curva y va haciéndose más lento conforme crece la altura. El máximo de  $S'$  corresponde a un punto de inflexión de la curva  $S$ , a la cota 123.

Un examen atento del vaso permitió señalar de antemano y de un modo bastante preciso, la ley de variación de  $S$ . Crece, efectivamente, la superficie de un modo regular y uniforme según aumenta la altura, hasta llevar al rebasamiento de las grandes llanuras del Proncio y del Virga. Tiene allí un rapidísimo crecimiento, que se hace después cada vez menor, conforme se alcanza y sobrepasa la altura del pie de las laderas de inclinación muy fuerte, que contornean el vaso. La suave inclinación del páramo de la Virga, que no es ocupado más que parcialmente, viene a establecer una compensación en este decrecimiento de la ordenada  $S'$ .

Se deduce de lo anteriormente expuesto, que para mantener inundada de un modo prácticamente constante la mayor superficie posible del fondo del vaso y, sobre todo, la parte más llana

# DEDUCCIÓN GRÁFICA DE LA CURVA DE CAPACIDAD



## MODULOS

$m_h = 1$  metro por unidad  
 $m_s = 4.000.000$  m<sup>2</sup> "  
 $m_v = 40.000.000$  m<sup>3</sup> "  
 $L_h = \frac{m_s \times m_h}{m_v} = 0.10$

y tendida, la reserva retenida normalmente deberá alcanzar, por lo menos, la altura de máximo crecimiento de S, o sea la de 11 metros, correspondiente a la cota 123. El volumen líquido limitado por el plano de nivel de esa cota es de 110.000.000 metros cúbicos, que es sensiblemente igual al que con arreglo al régimen normal de funcionamiento del pantano se conserva siempre, salvo en años excepcionales en que concurren una gran escasez y una apremiante demanda.

Las oscilaciones de nivel debidas al manejo de los órganos facultativos de cierre de los vanos superficiales,—entre las cotas 130,50 y 132 metros,— ocasionan variaciones muy reducidas en la superficie ocupada o, lo que es lo mismo, en las inundaciones o emergencias. La variación procede principalmente de los terrenos invadidos en el páramo de la Virga, terrenos naturalmente encharcados, pantanosos y, por tanto, completa y forzosamente despoblados.

LA CAPACIDAD FIJADA ES LA  
DE COSTE RELATIVO MÍNIMO

Otro aspecto interesantísimo de la cuestión, deliberadamente reservado para un examen más detenido, es el económico en relación con el principal factor del presupuesto, con el valor de los terrenos de necesaria ocupación y de las indemnizaciones de de carácter industrial y vario, de indispensable abono.

Al hacer este estudio no tenemos en cuenta el coste de las obras hidráulicas propiamente dichas, o sea de las destinadas a crear el embalse, a explotarlo y garantizarlo, por dos razones: primeramente, porque la cuantía de ese coste es muy escasa en relación con el total de la obra en proyecto, y, después, porque es prácticamente constante entre límites de capacidad y efecto regularizador útil bastante alejados, como consecuencia de la enorme rapidez con que crecen ambas al aumentar la altura de la presa, única obra parcial cuyo presupuesto, aun cuando poco, varía con la altura.

Para realizar este estudio, comenzamos por valorizar todas las indemnizaciones, previa formación de un plano de distribución de cultivos, numeración y clasificación de viviendas, aprecio de las influencias del embalse en las industrias locales..., estimándolo todo con un criterio de suficiente amplitud y esmerada constancia e imparcialidad, prescindiendo del juicio que pueda merecer la legalidad o justificación de cada reclamación verosímil o probable, es decir, de toda razón de índole sentimental, para que el resultado se aproximase mucho a la realidad presumible a la sazón, o por lo menos la siguiera en sus inevitables fluctuaciones del porvenir.

Realizada esta estimación por cuadrículas primero, y por cada curva de nivel después, pudimos formar una relación de valores para distintas alturas y trazar la línea representativa de la ley de variación del coste total de las ocupaciones. Dicha línea se separa muy poco de la recta que resulta de unir con el origen, por donde debe pasar, el último punto deducido (Fig. 6).

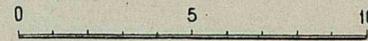
Reproducimos en el mismo cuadro, refiriéndola a los mismos ejes,—escala de la derecha,—la curva de capacidades cuya forma general es la parabólica, y efectuamos gráficamente, mediante las construcciones indicadas en el dibujo, la división de las ordenadas de la primera curva por las de esta segunda. Dedujimos así diversos puntos de una tercera curva de forma hiperbólica referida a sus asíntotas, que representa la ley de variación con la altura, del coste unitario del embalse, por el concepto examinado.

Para facilitar la lectura de las indicaciones ofrecidas por esta curva de costes unitarios, se ha graduado directamente, refiriendo sobre ella las graduaciones del eje vertical. Dicha lectura permite ver, por ejemplo, que para la cota 123 metros, antes indicada, el coste por metro cúbico de agua embalsada es de 0,032, y para las alturas correspondientes a los límites de oscilación de las descargas superficiales, o sea la 130,50 y 132 metros, de 0,0145 y 0,013.

# DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD Y RÉGIMEN MAS ECONÓMICOS

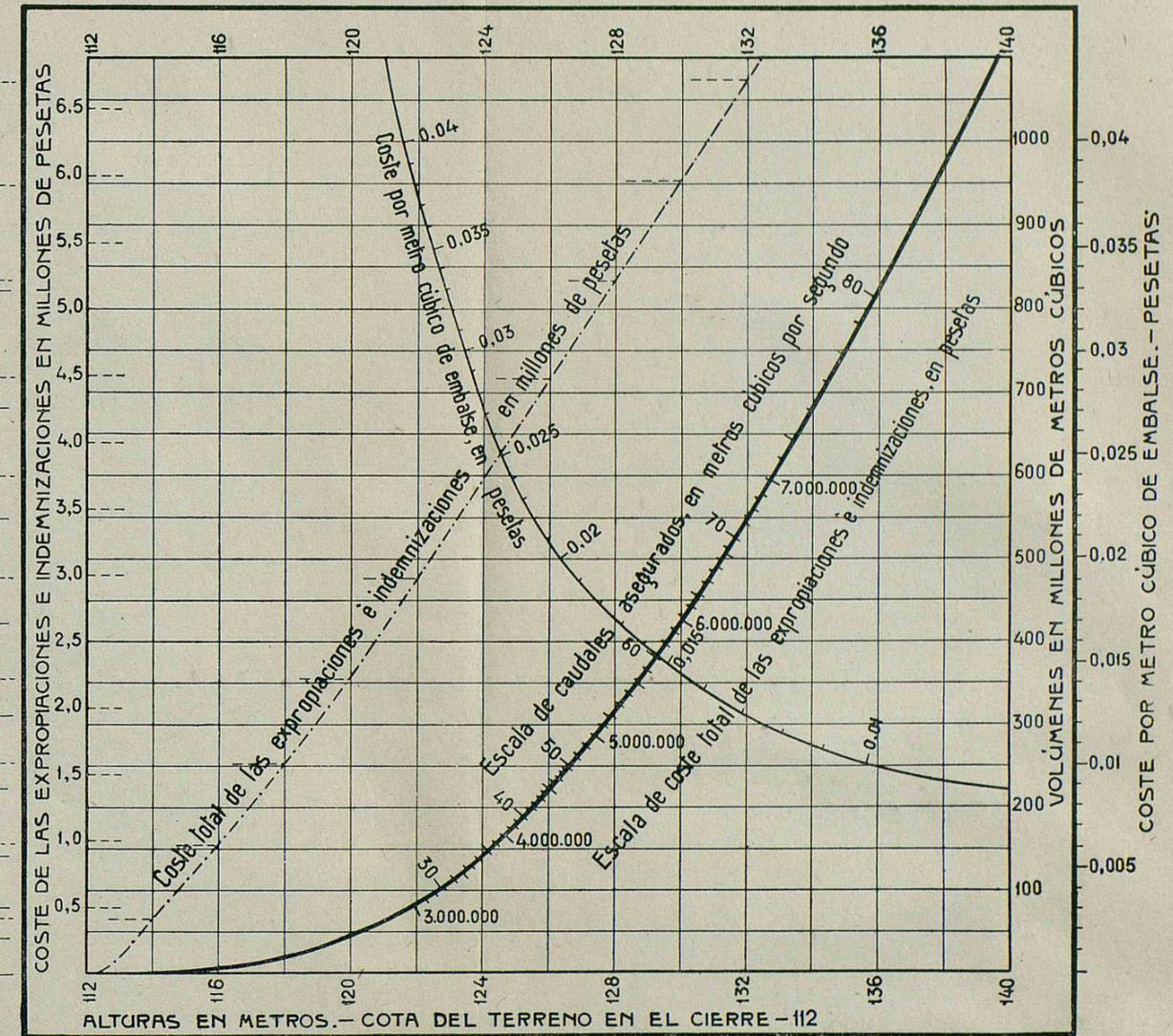
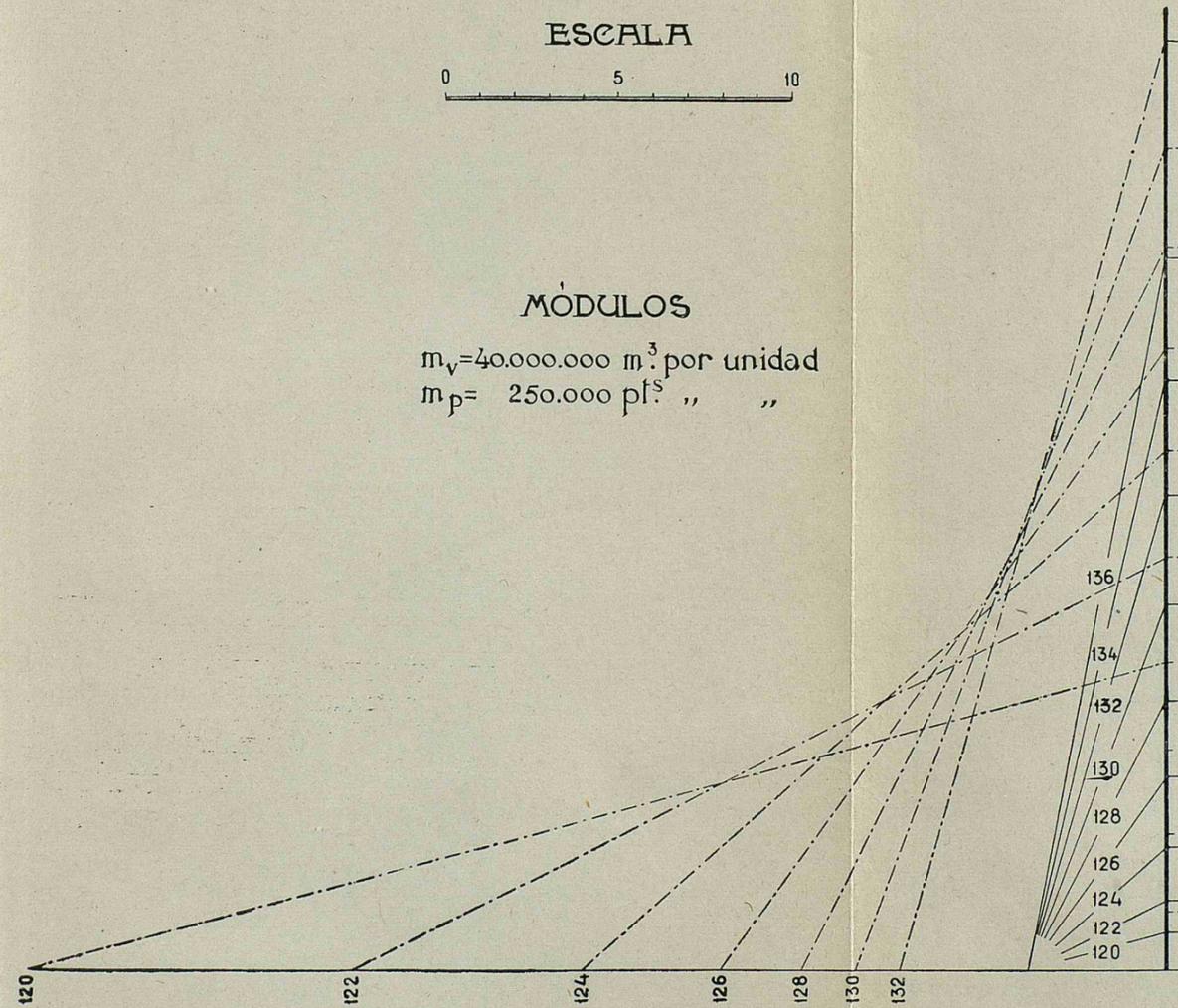
CUADRO N° 1

## ESCALA



## MÓDULOS

$m_v = 40.000.000 \text{ m}^3 \text{ por unidad}$   
 $m_p = 250.000 \text{ pt}^s \text{ , ,}$



Pero aun siendo muy útil e interesante la estimación del coste unitario del agua embalsada y de sus variaciones con la altura de embalse, lo es mucho más la del coste total, sobre todo si se pone en relación con la cifra representativa del caudal, es decir, con la que mide el efecto regulador y útil del pantano. Esta relación se ha establecido en el mismo cuadro sobre la curva de volúmenes, dando lugar a lo que en lenguaje nomográfico se denominan escalas acopladas sobre soporte curvo; para ello ha bastado señalar del lado superior la escala de caudales asegurados deducida de los datos contenidos en el gráfico-resumen (Fig. 3), y del inferior, los importes totales referidos verticalmente desde la correspondiente línea.

Para facilitar la deducción de las consecuencias a que da lugar esta comparación de elementos relacionados entre sí, hemos dibujado en otro gráfico (Fig. 7), la curva *P*, representativa de la ley de variación del coste total de las expropiaciones e indemnizaciones, con el caudal asegurado, señalando sobre ella la correspondiente escala de capacidades del pantano.

Obsérvase, que la indicada curva, que forzosamente ha de pasar por el origen de coordenadas señalado fuera del cuadro, sigue la dirección general de una línea recta, con la que coincidiría si el coste por metro cúbico de caudal suplementario fuera constante, en cuyo caso dicho coste vendría medido por el coeficiente angular. Pero no es así; en la primera parte del trozo de curva objeto de examen,—entre los 30 y 50 metros cúbicos por segundo,—sus ordenadas son superiores a las de la recta, lo cual equivale a decir, que para capacidades relativamente reducidas o caudales escasos, el coste unitario resulta elevado. Entre 50 y 60 metros cúbicos por segundo, la curva queda por bajo de la recta, pero la separación entre ambas es bastante menor que en el primer trozo; el coste unitario resultará menor que el medio, pero poco menor. En el último trozo, — correspondiente a caudales superiores a 60 metros cúbicos por segundo,—la curva oscila manteniéndose próxima a la recta y el coste unitario apenas varía.

Si dividimos las ordenadas de la curva  $P$  por sus correspondientes abscisas y llevamos los cocientes sobre las mismas ordenadas, habremos definido puntos de otra curva, la  $p$ , que representa la ley de variación de este coste unitario.

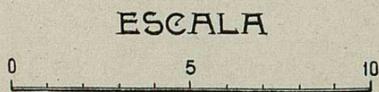
Tal operación ha sido efectuada gráficamente para todos los puntos de cota entera y par, pero para que el dibujo conserve la necesaria claridad, solamente se ha reproducido en él la construcción correspondiente a un punto  $A$  de la primera curva, deduciendo el  $a$ , de la segunda. Con el mismo objeto han sido amplificadas las ordenadas de esta, mediante el empleo de una base equivalente a 25 unidades del dibujo, que permite acusar convenientemente las inflexiones de la curva  $p$ .

Los máximos y mínimos de esta curva corresponden a los de contacto de las diversas tangentes trazadas desde el origen de coordenadas  $o$  a la curva  $P$ . Resulta muy acusado un primer máximo hacia el punto  $m$  de abscisa 32 metros cúbicos por segundo; a partir de ese punto, la curva desciende con rapidez hasta un mínimo correspondiente a la abscisa 54 metros cúbicos por segundo, para crecer de nuevo, aunque menos, hasta un segundo máximo seguido de otro mínimo, menos acusados que los anteriores. Los mínimos apenas difieren y están separados entre sí por una oscilación poco perceptible. Por último, a continuación del segundo mínimo la ordenada vuelve a crecer rápidamente y este crecimiento se acentuaría fuera del cuadro de un modo muchísimo más rápido, casi brusco, a consecuencia de la inundación completa de los yacimientos de arena explotados por la «Cristalera Española», Arijá, y poco más adelante de los terrenos ocupados por la fábrica misma.

Se deduce de lo anterior, la conveniencia económica, — siempre desde el exclusivo punto de vista del coste, — de que el caudal suplementado quede comprendido entre los 50 y los 75 metros cúbicos por segundo. Ahora bien, si se tiene en cuenta, de un lado la escasa diferencia entre los dos mínimos, y de otro, la constancia entre esos límites del coste de las obras hidráu-

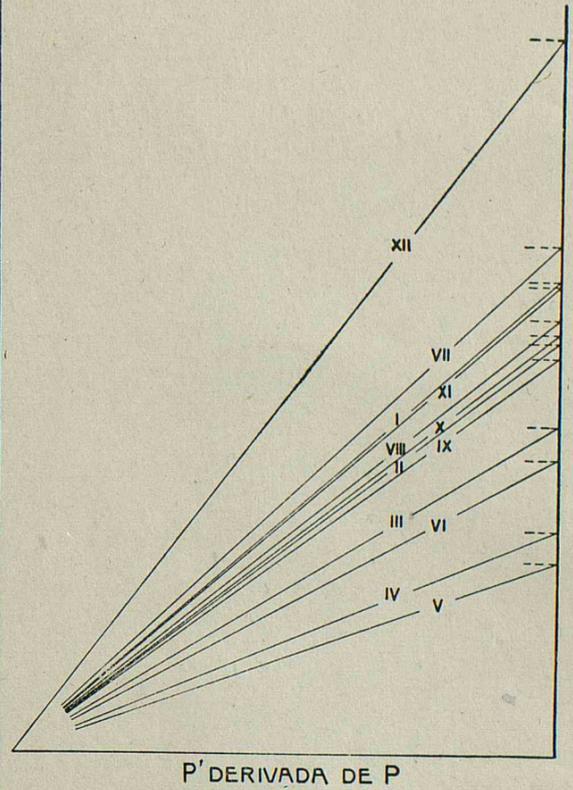
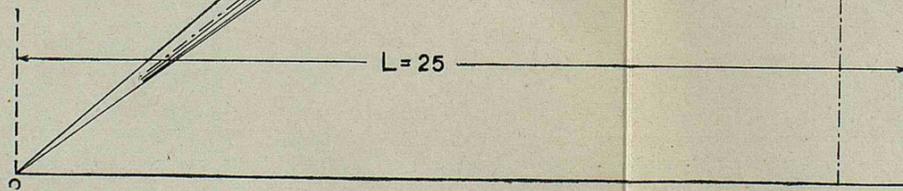
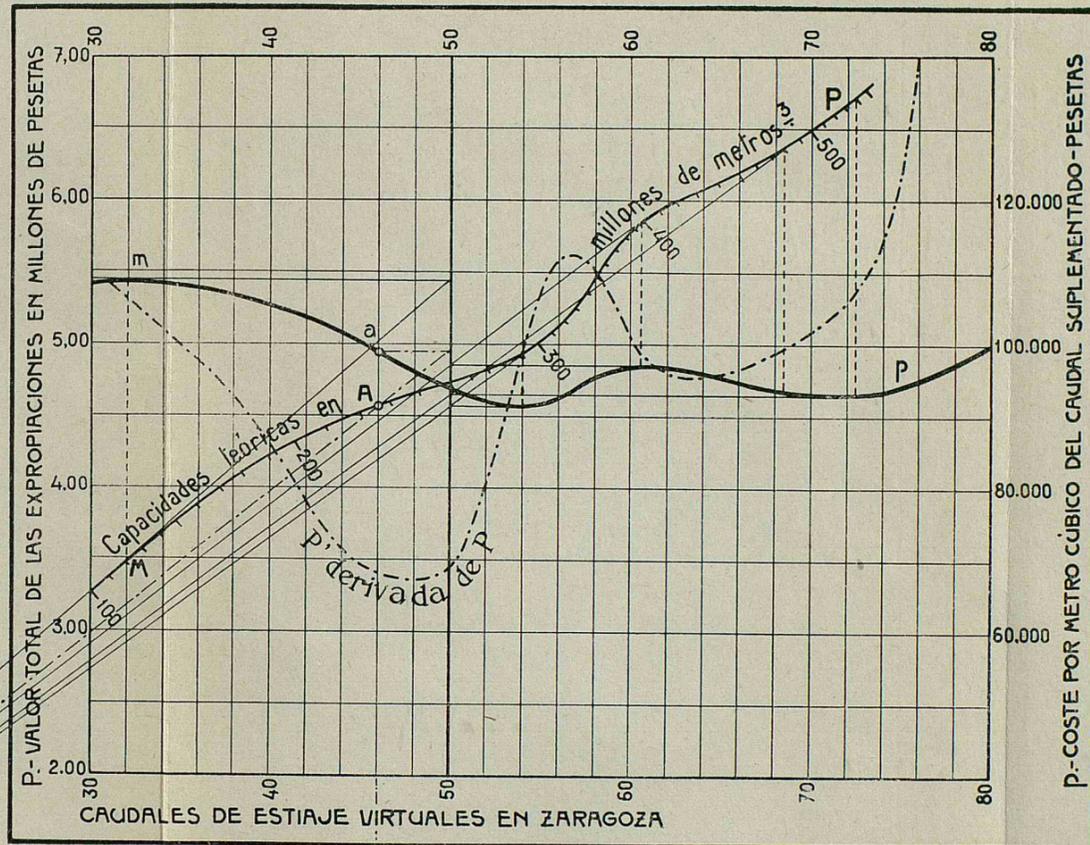
# DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD Y RÉGIMEN MAS ECONÓMICOS

CUADRO N°2



MÓDULOS

$m_p = 250.000$  pfs. por unidad,  
 $m_q = 2 m^3$  " "  
 $L = 25$   
 $m_p = \frac{1}{25} \times \frac{250.000}{2} = 5.000$  "



licas propiamente dichas y de las complementarias exigidas por la creación del embalse, no cabe duda alguna de que, consintiendo los recursos hidráulicos de la cuenca, conviene económicamente elegir el segundo mínimo, al cual corresponde una capacidad mayor, un régimen de circulación más amplio y un efecto útil más elevado.

En el dibujo puede apreciarse claramente que el mínimo coste queda comprendido entre las ordenadas correspondientes a los caudales 68 y 73 metros cúbicos por segundo, a los cuales corresponden las capacidades definidas por los niveles extremos del aliviadero regulable.

Por último, para que pueda ser apreciada también la velocidad o rapidez de crecimiento de las ordenadas de  $P$ , y por tanto, del aumento de valor con la altura de presa, del capítulo de expropiaciones, de la capacidad del pantano y de su efecto regularizador, se ha construido su curva derivada  $P'$  en la cual se aprecia distintamente que la capacidad fijada corresponde a un mínimo secundario, pero muy acusado, en la variación del coste total con relación a la capacidad del vaso y el caudal en Zaragoza.

La capacidad normal, ya señalada, de 450 a 480.000.000 metros cúbicos, queda igualmente distante de los dos mínimos, hacia la mitad de la zona que pudiéramos llamar de incertidumbre y es, por tanto, la que consiente un aprovechamiento máximo de los terrenos ocupados por el embalse, un sacrificio relativo mínimo y un provecho nacional máximo.

#### RÉGIMEN LOCAL DE FUNCIONAMIENTO DEL PANTANO ::

Los elementos manejados ya, permiten señalar de un modo expresivo y bastante preciso el régimen local de funcionamiento del embalse. La representación gráfica empleada se reduce a la práctica material de las sumas o acumulaciones, y restas o derivaciones, a que sucesivamente va dando lugar la aportación invernal y el aprovechamiento durante el verano de la gran

reserva acumulada. A un costado y en forma de cuadro se consignan los valores numéricos de los diversos segmentos.

El gráfico (fig. 8) corresponde al total aprovechamiento de la capacidad del embalse, incluso de la parte superior limitada por los niveles extremos del aliviadero regulable, y al máximo caudal presumible, sin descuento de las pérdidas inferiores e inevitables.

De la observación del gráfico dedúcense consecuencias curiosas, más arriba anunciadas; observamos, en primer lugar, que el volumen remanente puede alcanzar y aún rebasar la respetable cifra de 300.000.000 metros cúbicos, pero que en todos los años abundantes y en una gran parte de los escasos, ese volumen conservado llega a ser de 100 a 150.000.000 metros cúbicos, que es precisamente el que corresponde a la profundidad de 10 metros, al máximo de la curva S' (fig. 5) y a la inundación completa de los terrenos tendidos del fondo del vaso; obsérvase también, que con oscilaciones máximas de 1 a 2 metros de altura, el volumen de 450.000.000 metros cúbicos llega a ser recogido todos los años, que el de 540.000.000 metros cúbicos, o sea el máximo, es alcanzado,—llegando incluso al rebasamiento,— en una mitad de los años, y, por fin, que esas capacidades corresponden a las alturas límites de invasión o emergencia del fondo de la Virga único terreno tendido que puede quedar, aún cuando en plazos largos, alternativamente inundado o emergido.

La oscilación máxima normal en el nivel del lago creado, verdadero valle sumergido semejante a un fiord noruego, será de unos 10 metros, y las variaciones de la línea de inundación en sus avances y retiradas, muy poco mayor, sobre todo en la parte de contorno más interesante por ser la más poblada, la que lleva en sí un gérmen de prosperidad industrial cuyo desarrollo habrá de quedar favorecido por la existencia de nuevas vías marginales de comunicación y por el embalse mismo, que las facilitará considerablemente, en vez de entorpecerla, según se ha temido.

# RÉGIMEN DE FUNCIONAMIENTO DEL PANTANO

| AÑOS                    | CAUDAL ASEGURADO EN ZARAGOZA 70 M <sup>3</sup> POR 1" |   |   |        |   |   |                |   |   |             |             |             | VOLÚMENES TOTALES |                |                |                |                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|-------------------------|---|---|---|--------|---|---|----------------|---|---|-------------|-------------|-------------|-------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|                         | CAPACIDAD DEL PANTANO 540.000.000 M <sup>3</sup>      |   |   |        |   |   |                |   |   |             |             |             | AFORTADO          | NECESARIO      | REMINENTE      | DISPONIBLE     | SORRANTE       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|                         | SOBRANTES   |   |   | FALTAS |   |   | M <sup>3</sup> |   |   |             |             |             | M <sup>3</sup>    | M <sup>3</sup> | M <sup>3</sup> | M <sup>3</sup> | M <sup>3</sup> |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|                         | J   | M | A | J      | M | A | J              | M | A | J           | M           | A           | J                 | M              | A              | J              | M              | A | J | M | A | J | M | A | J | M | A | J | M | A |
| 1907                    |   |   |   |        |   |   |                |   |   | 351.476.928 | 302.339.283 | 49.137.646  | 540.000.000       |                |                |                |                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 1908                    |   |   |   |        |   |   |                |   |   | 251.114.688 | 148.404.913 | 151.767.820 | 540.000.000       |                |                |                |                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 1909                    |   |   |   |        |   |   |                |   |   | 813.101.952 | 300.034.713 | 533.592.576 | 540.000.000       |                |                |                |                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 1910                    |   |   |   |        |   |   |                |   |   | 533.592.576 | 168.528.642 | 239.965.287 | 540.000.000       |                |                |                |                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 1911                    |   |   |   |        |   |   |                |   |   | 310.077.504 | 231.715.155 | 371.471.358 | 540.000.000       |                |                |                |                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 1912                    |   |   |   |        |   |   |                |   |   | 242.751.168 | 429.280.992 | 308.284.444 | 540.000.000       |                |                |                |                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 1913                    |   |   |   |        |   |   |                |   |   | 209.059.660 | 296.828.864 | 110.719.008 | 540.000.000       |                |                |                |                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 1914                    |   |   |   |        |   |   |                |   |   | 324.153.792 | 336.236.607 | 32.939.804  | 540.000.000       |                |                |                |                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 1915                    |   |   |   |        |   |   |                |   |   | 361.540.800 | 149.187.744 | 20.856.389  | 540.000.000       |                |                |                |                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 1916                    |   |   |   |        |   |   |                |   |   | 359.540.640 | 394.955.741 | 233.210.045 | 540.000.000       |                |                |                |                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| MILLONES M <sup>3</sup> |   |   |   |        |   |   |                |   |   |             |             |             |                   |                |                |                |                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

(Fig. 8)

Para seguir más de cerca las oscilaciones de nivel en el transcurso del período de acaparamiento y para analizar las influencias del régimen local sobre la vida del país, deduciendo consecuencias útiles al estudio de su porvenir y de sus posibilidades, se han señalado sobre el gráfico por medio de las correspondientes iniciales, las aportaciones de los ocho meses que comprende el plazo. La curva de volúmenes y el plano detallado por líneas de nivel, ofrecen los restantes elementos para hacer este estudio, que por no ser del caso, nos abstenemos de reproducir aquí.

#### PROGRAMA DE LAS OBRAS

Por lo expuesto quedan repetida y precisamente señaladas tres capacidades características.

1.<sup>a</sup> La de 100 a 150.000.000 metros cúbicos correspondiente a la cota 123,00 o sea, a 11 metros de calado máximo.

2.<sup>a</sup> La de 450 a 480.000.000 correspondiente a la cota 130,50 y a un calado de 18,50 metros, y

3.<sup>a</sup> La de 540.000.000 metros cúbicos, que es la total máxima, y corresponde a la cota de envase 132, y al mayor calado posible de 20 metros.

Estas capacidades y cotas definen el programa de las obras necesarias para la creación, explotación y conservación del pantano.

Aparte de la presa, que es la obra esencial, y de los desagües de fondo exigidos por razones de índole constructiva, deberán abrirse otros desagües intermedios que con escasa carga, — una mitad de la máxima total, — y por medio de aparatos de muy fácil manejo, por tanto, sirvan y basten para el servicio completo casi todos los años y para efectuar el suministro más importante en los demás, sin recurrir a los de fondo sino en casos extraordinarios, al final de un período de suministro excepcional provocado por la gran escasez en la cuenca alta o gran demanda de la zona del aprovechamiento.

El aliviadero, por fin, deberá estar dispuesto para aprovechar la capacidad correspondiente a su altura de un modo completo o solamente parcial, según las circunstancias.

A este plan se han sometido rigurosamente las proyectadas de tal modo, que forman un conjunto orgánico. Las condiciones naturales, propias del complejo problema planteado, no sólo definen la naturaleza y situación de las diversas obras, sino también sus principales dimensiones, su disposición y hasta cierto punto su forma. (1).

Al hacer el estudio detallado de las obras sobre esta base natural, geográfica, hemos tenido ocasión de observar coincidencias verdaderamente curiosas, armonías sutiles, resultados tan sugestivos como los ofrecidos por el análisis de la ley de variación de la superficie inundada, de las relaciones íntimamente profundas que existen entre fenómenos aparentemente independientes y de localizaciones muy alejadas; entre los determinantes del régimen pluviométrico y nivométrico invernal de las montañas santanderinas y el hidrográfico estival en la zona baja riojana, navarra y aragonesa; entre el porvenir de la vida campurriana y el futuro desarrollo agro-industrial de este país; resultados tan bellos como lo es, ciertamente, el obtenido del estudio económico del problema, en perfecta concordancia con las conveniencias generales, lo que equivale a decir que se descubre en él la correspondencia entre la manifestación social, humana, y el fenómeno geofísico que la provoca, y como, en definitiva, lo es siempre la traducción en formas accesibles a nuestro espíritu, de las infinitas y soberanas armonías de la Naturaleza, cualesquiera que sean el orden de los fenómenos estudiados y la sencillez o complejidad de los medios puestos a contribución para hacer el estudio.

ooo(®)ooo

(1) El Pantano del Ebro. - Estudio técnico de sus obras hidráulicas - VIII - 130 - 4, apaisado 26 figuras y láminas, 7 planos - Madrid, 1919.

SESIÓN DEL 26 DE ENERO DE 1919

---

DISCURSO DE INGRESO EN LA ACADEMIA

DE

**D. JOSÉ CRUZ LAPAZARÁN**

---

Honrado con la designación de socio por esta ínclita Academia, ante vosotros me presento, no con la pretensión de la equiparación a vuestros singulares méritos, sino de la inferior graduación de discípulo al que precisa el cálido acicate de representantes de la Ciencia, ya que, cual sol vivificador, animáis todo lo que a vuestro alrededor pulula, desde el microbio invisible, hasta la superior representación de la vida animada, el hombre.

Dais cabida en vuestro seno a un modesto representante de la Agricultura; y esta palabra, tan sencilla en su anunciación, parece no tiene marco adecuado en el exelso de esta Corporación y sin embargo la tiene, porque analizada en su esencia, resulta de compleja estructura por precisar el acertado maridaje de dos elementos complejos, la tierra y el hombre.

Cultivar la tierra, es practicar por el hombre, esfuerzos para obtener del suelo, de la naturaleza, elementos imprescindibles a la vida humana, en que la tierra es el instrumento, el hombre, la potencia aplicada. Esta acción del hombre para asegurar la obtención de productos que subvengan a sus variadas exigencias, esta gradación de operaciones que, siguiendo el curso de las estaciones engrana en el mismo movimiento, la inteligencia humana con las fuerzas de la naturaleza ¿es un oficio? ¿es un arte? es una ciencia?; y si por consecuencia resultara que era una de las dos primeras preguntas ¿no parecerá la presencia de un agrónomo en esta docta reunión cual injerto en falso?

Todo induce a considerar que la agricultura no será jamás una ciencia verdadera. Como el médico que trata al cuerpo hu-

mano con el auxilio de todas las ciencias naturales, así el agricultor se desenvuelve, trata al suelo de labor, envuelto en su clima, con el concurso de todas las ciencias naturales y sociales y por ello, jamás él tiene la certeza de obtener una solución cierta, reglas de conducta aplicadas con raciocinio, darán como resultante, soluciones probables; pero estas soluciones que dependen del talento del hombre y del albur de las circunstancias, no pueden fijarse con el rigor absoluto de una solución aritmética.

Pero hoy la agricultura sigue en pos del progreso de las ciencias en que se cimenta y adquiere tales vuelos que, de día en día, exige la imperiosa contribución de las mismas; descubrir verdades es *practicar la ciencia*, aplicar las enseñanzas correspondientes es *ejercer el arte* y esta es la razón de que haya aceptado este puesto y tenga la osadía de hablaros como lo hago.

Voy en consonancia a exponeros una serie deslavazada de hechos, a indicaros el fruto de la observación personal para que les deis amable cabida y pueda vuestro superior criterio, aclarar las nebulosas que rodean a este problema y así prestaréis señalado favor a la defensa, de una de las facetas más brillantes de la riqueza patria, la viticultura, permitiendo así tener perfecta cabida las cosas del campo, en el templo de la Ciencia, donde seguramente encontrarán maternal afecto y el calor familiar del hogar paterno.

La denominación de este tema puede enunciarse así: *Defección prematura de algunas variedades de patrones europeo-americanos, empleados en la reconstitución del viñedo*; debiendo antes para justificar su importancia, exponeros algunos datos a modo de preámbulo.

Ocupa actualmente el viñedo de la nación española, la enorme superficie de 1.294.355 hectáreas; el interés del capital, tierra y cepa, representado por el valor del mosto, el de la uva consumida en verde, de la pasa; el uso en la alimentación de los ganados de la pampanera y sarmientos; en la industria, de los orujos y heces, alcanza, término medio, la cifra media anual de 385 millones de pesetas; lógico parece por lo tanto que, todo encariñado con la prosperidad nacional, preste atención a asuntos que atañen a tal riqueza, máxime los que a ellos estamos obligados; y seguramente no caerán en el vacío estas notas ¡y ojalá pueda esta Academia contribuir a la defensa de la rústica

vid! único sostén de muchas comarcas integradoras del solar patrio.

En la última mitad del pasado siglo, estas comarcas recibieron con terror la inesperada noticia de que los viñedos eran atacados por un parásito, apenas visible para el ojo humano, pero de tan profusa proliferación que pronto morían bajo su nefasta actuación las cepas más vigorosas, parásito conocido bajo el nombre vulgar de filoxera y procedente de Norte América de la parte Este de la región de las Montañas Rocosas.

Desde el año de 1863 en que aparecieron los primeros insectos en Europa en unas estufas de plantas en Hammersmith en Inglaterra, hasta nuestros días, la incomparable riqueza representada por los viñedos europeos, desapareció radicalmente y los aureos, tintos y agranados vinos desaparecieron paulatinamente, planteándose el problema de la vida difícil a las comarcas de su exclusivo cultivo.

Pasado el primer momento de estupor, la ciencia tuvo que dedicarse de lleno a estudios diversos de entomología y de fisiología, escudriñando las reconditeces del ciclo biológico de este funesto insecto y así, legión de entomólogos, ampelógrafos y agrónomos concentraron este ciclo desde el llamado huevo de invierno o punto de partida en sus diversas fases, hasta las formas perfectas, poniendo al realce la misión de su forma gallicola o multiplicatriz, su derivación a la radicícola o devastatriz y su transformación en alada o colonizadora por expansión.

Asimismo, se puso de relieve la facultad de la partenogénesis en sus repetidas generaciones, explicándose así que, planta tan robusta y rústica como la vid, la que por ello recibió el nombre de «amigo del pobre» muera por las picaduras de millones y millones de estos pequeñísimos pulgones que suplen su pequeñez con su abundancia.

Determinadas estas fases, vinieron los conatos de extinción de tan fatídica plaga y los agrónomos de más fama, los que sin serlo aspiraban a ella, pusieron a contribución su inteligencia para buscar medio práctico contra las depredaciones de insecto tan multiforme.

Y así, en consonancia con la importancia del objetivo, vino la numerosísima serie de ensayos, desde los que se basaban en fundamentos racionales, hasta los más absurdos de la gente indocta, sin conseguir resultados apetecibles; pues aun cuando la

submersión y el empleo del sulfuro de carbono hacían concebir esperanzas, eran inaplicables en el secano o en regiones en que el precio del vino no permite recargar los gastos culturales.

Esta insuficiencia de medios preconizados para oponerse a la fulminante invasión del hemíptero, crearon un estado de desaliento, obligando a los Gobiernos a preocuparse seriamente del asunto ante la aterradora crisis de los países vitícolas, buscándose la salud, en la causa misma del mal, es decir, en la viña americana vehículo de aportación del insecto desde América a Europa, fundamentándose en que las cepas americanas conviven con su parásito, desarrollándose, a pesar de las picaduras, con exuberante lozanía.

Así se emplearon dos procedimientos.

El cultivo de la viña americana como productores directos o sea sin modificación de ningún género.

El cultivo de la viña americana como porta-injerto.

El primer sistema hasta la fecha no satisface las necesidades europeas.

Los vinos obtenidos no tienen la graduación alcohólica, ni *bouquet*, ni color similar a los de estas tierras. El color es peculiar, pudiera decirse de «ala de mosca», poco grato a la vista; en cuanto al gusto resulta asimismo desagradable, resultando esto del desarrollo en los granos de uva, de esencias al lado de la materia colorante en las primeras células del mesocarpio en las proximidades del epicarpio, así como productos resinosos localizados en la superficie de los granos. Son un color y un sabor difíciles de precisar, como todos los que a organoléptica se refieren y que precisa probar los vinos de productores directos para darse cabal cuenta de ello, aun cuando es inconfundible con los gratos y aromáticos de las cepas europeas.

Abandonado el sistema de productores directos se intensificó el empleo del segundo o sea crear un viñedo a base de plantas, en que la raigambre fuera americana y la parte aérea europea, aunando a la resistencia filoxérica de la base, la bondad de los frutos a vinificar.

Así se ha ido reconstituyendo la mayoría del viñedo y por una serie de gradaciones y de estudios prácticos de selección, que no precisa especificar, pues nos llevaría lejos del objetivo de este preámbulo o exposición de antecedentes, se han gene-

realizado un corto número de patrones en que parecía haberse resuelto el problema de resistencia filoxérica, soporten la dosis de caliza existente en las tierras de mesetas esteparias y tengan al propio tiempo, afinidad con las viníferas europeas.

Y así la viticultura aragonesa (y pudiera generalizarse la nacional), ha empleado en la restauración de tierras ya empleadas en este cultivo (reconstitución) o plantando nuevas tierras vírgenes de cepas, la limitada serie siguiente:

Patrones americanos puros, como la variedad Rupestris de Lot.

Id. Híbridos americano-americanos, como Riparia Rupestris 3309, 3306 y 101<sup>14</sup>

Riparia Berlandieri 420<sup>A</sup>

Id. Híbridos Vinífero-americanos Aramon Rupestris G., Nos 1, 2 y 9.

Mourviedro Rupestris, 1202.

Chasselas Berlandieri, 41<sup>B</sup>

Empleándose dentro de la serie unos u otros, según las condiciones agrológicas del suelo a plantar, resaltando los factores (caliza, análisis calcimétrico) profundidad del suelo activo, frescura, orientación y otros de menor cuantía, pero predominando sobre todo, en estos últimos años, los dos patrones europeo-americanos Aramón Rupestris Ganzin n.º 9 y Mourviedro Rupestris 1202.

Las exigencias del patrón americano y aun de sus hibridaciones, que son grandes en todo los órdenes por la precocidad de su sistema radicular, obligaron a perfección cultural, aumentando la profundidad de la zona de tierra laborable por medio de potentes trenes de desfonde, complicándose además al cultivo tradicional y que por esto recibía el de la vid el nombre de *Cultivo del pobre* por nuevas operaciones, como el injertado, por precisión de abonar estas tierras con abonos industriales, es decir, por aumento en el precio de coste de producción del mosto.

Esto puso a contribución el crédito de las zonas vitícolas, no muy brillante, como resultado del desastre de desaparición del vidueño, obligando a emigración dolorosa, únicamente contenida con la creación, tras enormes esfuerzos, de nuevas plantaciones.

Las esperanzas de una mayor producción, por mayores exigencias culturales, animaban a esta rápida reconstitución, pero se hacía, bajo la base de que estos cuantiosos gastos de los primeros años, se amortizarían en número de años respetables.

Nunca se ha creído que las viñas injertadas tuvieran la larga vida de la antigua europea, pues así ocurre en arboricultura frutal, pero los cálculos de amortización se hacían como *mínimum* a base de 25 a 30 años de duración.

Independientemente de la serie de enfermedades de origen criptogámico como el mildíu, oídium, etc., de otras de menor cuantía y mal definidas como el usillado o arrepollado, es el caso que, desde hace tres años, existe un malestar creciente en estas comarcas interesadas, una serie denominada vulgarmente de *cosas raras* pero que siempre terminan por muerte de las cepas, obligando a nuevo estudio por el desasosiego manifestado ante la perspectiva de nuevos gastos, difíciles de soportar.

Este problema se plantea en esta forma:

¿Cuáles son las causas de mortalidad de las cepas que aparecen en casi todos los términos municipales, salteadas en su número, pero en casi todas las partidas que integran la municipalidad?

¿Es nueva invasión filoxérica? preguntan en los pueblos.

Este es el dilema a aclarar. Sin pretenderlo del todo, expondré los datos personales recogidos en las visitas a las principales comarcas vitícolas de la provincia.

En primer lugar puede afirmarse que, hoy en día, los casos de mortalidad de las cepas ocurren, casi exclusivamente, en las laderas de poco fondo, con subsuelo sumamente calizo, lo que en lenguaje vulgar llaman en estas zonas «fosca calar», presentando los casos más frecuentes de defeción, el patrón Murviello 1202 y a continuación, el Aramón n.º 9, sin que el resto de las mencionadas anteriormente, parezcan resentirse hasta la fecha.

Luego queda el problema, al parecer circunscrito a estas laderas, pero como, precisamente son ellas las productoras de vinos más selectos, los términos municipales de más fama vitícola, de ondulada topografía y los patrones mencionados los más empleados, se sigue que el problema reviste gravedad suma, puesto que las cepas mueren desde el noveno al duodécimo año de su vida vegetativa, es decir, sin tiempo material para que el productor amortice el capital empleado en los gastos de instalación de los primeros años.

En las tierras de fondo, llanuras o vaguadas, si bien aparecen rodales defectuosos por mala adaptación, pronto se clasifican los daños sufridos en el hecho paralelo, de abandono de las recomendaciones agronómicas y mala fe comercial de viveristas que envían las variedades que sobran y no las que se les piden; pero en general puede afirmarse que el viñedo está, en estas zonas, en situación inmejorable, sin que ello deba preocupar hoy en día.

En los comienzos de estos estudios y buscando la causa original, nos inclinamos a considerar la existencia de enfermedad bacteriácea, por ser este mundo, ignoto casi en agricultura en el aspecto cultural, causante de múltiples perturbaciones que, de día en día, ponen de relieve los estudios especializados a ello dedicados.

Y así pretendimos obtener cultivos empleando líquidos nutritivos variados, sistemas de dobles coloraciones, persiguiendo el rastro del *Bacillus vitivorus* de Bacaarrini o similares a quienes se acusa toda esa gradación de enfermedades difusas, de gomosis bacilar, mal nero, mal de Olerón, etc.

El resultado fué rotundamente negativo, sin atenuantes de ningún género; las causas debían buscarse de otro modo, estableciendo un plan racional, escrudiñando en el sitio de prueba, la actuación del suelo y del clima en la planta y por ende, la complementaria del hombre con sus prácticas culturales.

En el suelo debe estudiarse la actuación de la caliza como elemento predominante de perturbación.

Sabido es que las dosis de caliza excesivas en las tierras, particularmente al estado de carbonato de cal, especialmente en primaveras frías y húmedas, determina en la vid europea afecciones pasajeras, alteraciones que, al emplearse la vid americana alcanzaron tal gravedad que fué dique para el empleo de la mayoría de los porta-injertos, salvándose sólo pequeño número y estableciéndose entre ellos una escala, en consonancia con las dosis de carbonato de cal. Es la clorosis esta enfermedad.

Influyen en esta anomalía (que tiene todavía demasiadas sombras) alteración en la absorción de materias minerales, pues debiendo absorberse la cal al estado de bicarbonato soluble, las soluciones cálcicas adquieren en determinados momentos, pudiéramos decir, grados de saturación incompatibles con la vida vegetal.

El sistema radicular de las plantas poco calcícolas colocadas en medios clorosantes, de poca actividad en las mesetas y sucedáneos esteparios en los grandes interregnos de sequía, al llegar las fases de intensa actuación, seguidamente a lluvias copiosas, enferma, y como es lógico, el funcionamiento vegetal se dificulta.

La llamada impropriamente savia bruta absorbida en condiciones defectuosas no tiene la normalidad físico-química precisa al desarrollo de las cepas.

Los órganos de elaboración o sean las hojas, se alteran profundamente en su constitución y los fenómenos de emisión acuosa sufren alternativas de intensidad, provocando generalmente en las células elaboratrices del sector mesofílico, detenciones momentáneas funcionales; hidrataciones y deshidrataciones exageradas, detención en la formación de materiales de reserva que a la postre, acusa degeneración y muerte celular.

Estudiando detenidamente la parte aérea de las cepas en entredicho, desde las primeras manifestaciones de detención normal de su desarrollo, hasta los casos de próxima mortalidad, se observa en estos órganos particularmente hojas, que los cuatro periodos o grados de clorosis no son aplicables en su integridad.

Las cepas que se encuentran en todos los viñedos y se encuentran en pleno caso de clorosis, pasan por los siguientes grados o periodos:

Primer periodo inicial de clorosis: Las hojas presentan solamente una disminución de intensidad en su coloración verde intensa, el parenquima se encuentra todavía abundantemente provisto de clorofila y las nervaduras aparecen en la totalidad corriente.

Segundo periodo: Las hojas presentan lagunas multiformes de coloración peculiar intermedia, entre el verde pálido y verde amarillento, periodo en el que puede obtenerse éxito con soluciones de sulfato de hierro.

Tercer periodo: Las hojas adquieren ya color amarillo uniforme, aun cuando todavía las proximidades de las nervaduras principales, permanecen algo verdosas. Si hay golpes de sol, estas hojas caducas ya, sufren mucho y aparecen manchas de hoja muerta, indicio de que se aproxima rápidamente la muerte; y

Cuarto periodo: Las hojas, en toda su integridad, adquieren

un color amarillento que vira hacia el pardo, signo de muerte total.

Pues bien, en las cepas que estudiamos, claramente se observan entran de lleno dentro del primer período, es decir, que comienza el fenómeno clorótico, pero que la rapidez del descenso de vida, acelerado por otras causas complementarias en tal sentido, no permiten el desarrollo de las restantes fases enumeradas.

Analizadas las tierras objeto de este estudio, acusan dosis de carbonato de cal superiores siempre al 40 por 100, pero es natural que este detalle aislado no baste para concretar la causa, pues, el solo porcentaje no es indicio de calizas clorosantes; pero la caliza de estos subsuelos vemos que tras períodos de lluvias abundantes, tiene un poder clorosante enorme, lo cual es natural, pues estas tierras secas, entran en estos períodos en gran actividad física, química y biológica, por ser calizas de formaciones terciarias, de grano muy fino, deleznales y en consecuencia solubles y fácilmente absorbibles.

Y este fenómeno que pudiera acusarse desde los primeros años de plantación de las cepas, no se trasluce hasta determinado número de años, cuando el sistema radicular penetra a profundidades respetables, pues estos análisis acusan gran diferenciación entre la parte activa de la tierra de labor y la inactiva, o subsuelo.

Estimamos por lo tanto que, estos rodales de tierra tienen la característica para estos patrones europeo-americanos y mejor para los dos estudiados franco-americanos, de suelos incompletos o imperfectos por exceso de cal, poniendo en entredicho al cabo de pocos años, la vida normal de las cepas, completando esta perniciosa actuación la agrotecnia del injerto, e independientemente otras prácticas culturales que estudiaremos sucesivamente.

La necesidad de injertar las viníferas europeas sobre los patrones americanos, introdujo en las comarcas vitícolas esta nueva operación o práctica cultural, desconocida hasta entonces en la vid, y es natural que la observación diaria de la formación del rodete de cicatrización, de enorme desarrollo entre algunos patrones americanos y viníferas europeas, hacía pensar que la vida del vegetal-arbusto debe sufrir alguna modificación con tal anomalía.

Esta cuestión del injerto planteó luchas enconadas entre los

que afirmaban que se tendía a crear un estado patológico en cada cepa injertada o los que por el contrario estimaban en la conservación integral de los caracteres del patrón y del injerto. No es cuestión de revisar esta interesante discusión.

Pero en todos los casos observados en el transcurso de nuestros estudios nos ha llamado la atención por su persistencia, la disimetría entre la parte aérea de la cepa de desarrollo exuberante y el sistema radicular de pobre ampliación y se obsesiona al ver uno y otro caso, en la idea, de que la actuación fisiológica en la vida de estas plantas, no es normal en determinadas condiciones.

No debe esto tomarse como presencia de nuevo fenómeno, pues de siempre se ha empleado el injerto y precisamente el formidable progreso de la arboricultura frutal reconoce la perfección en estas prácticas, no, es que la afinidad en estos casos del problema no es todo lo suficientemente halagüeña para larga vida (esto ocurre en todos los vegetales injertados).

Sabido es que el injerto ocasiona variaciones en la nutrición general y variaciones de orden específico; las primeras obedeciendo al rodete, consecuencia de la soldadura y a las diferencias de capacidad funcional entre el patrón y el injerto y a su vez, dando origen a cambios en la resistencia por variación del medio en que viven, así como en disminución de resistencia a los parásitos; las segundas de orden específico afectando a la forma externa, interna (estructura), de orden fisiológico (nutrición) o biológico (resistencias).

No precisa revisar cada una de estas actuaciones en el caso concreto que estudiamos, puesto que sería efectuar un estudio del injerto parafraseando capítulos de fisiología vegetal; pero entre ellos por la importancia que tienen en este caso y exclusivamente en el primer grupo, conviene examinar la acción de la sequedad en las plantas injertadas y las cualidades de la savia en las zonas estudiadas, llegando a la consecuencia de la menor resistencia a los parásitos.

Precisa para este estudio de la sequedad tener presente el sentido en que se establece la relación de la capacidad funcional entre patrón e injerto.

Designando por  $C_v$  la capacidad de absorción del injerto.  
por  $C_a$  la capacidad de absorción del patrón,  
pueden ocurrir los tres casos siguientes:

$\frac{C_v}{C_a} > 1$ , es decir el injerto posee capacidad funcional mayor que el patrón.

$\frac{C_v}{C_a} = 1$ , es el caso de plantas injertadas sobre sí mismas.

$\frac{C_v}{C_a} < 1$ , el injerto tiene menor capacidad funcional que el patrón.

En nuestro problema estamos dentro del primer caso, por naturaleza de la cosa, por el medio suelo en que está colocado, y por la acción del hombre que, con su cultivo peculiar, coopera a agravar esta diferenciación.

Cuanto más pronunciado es el rodete de cicatrización, cuanto más diferencia exista entre la parte alta y baja del rodete, mayor es el sufrimiento de la planta y en tierras secas, de clima poco propicio en lluvias, exagera la diferencia de capacidad, llegando a un límite en que la planta muere por suspensión de circulación. Recordemos que estamos hablando de laderas donde la humedad persiste poco tiempo.

El estudio de las cualidades de la savia en el reino vegetal es incompleto y deja grandes lagunas a un análisis somero, pero sin embargo, se determina con precisión que *la cantidad total de materias minerales absorbidas en lapso de tiempo fijo, se modifica considerablemente por el injerto y que si aparece momentáneamente en forma asimilable un elemento perturbador puede contribuir a un estado patológico definido.*

Observamos que las cepas en sus primeros años de existencia, viven en la parte superficial de la tierra de labor, tanto más, cuanto más perfecto haya sido el desfonde, se haya practicado con mayor antelación para asoleamiento y nitrificación natural, pero que al cabo de algunos años, el trabajo asiduo de las raíces y el desarrollo adquirido, obligan a penetración en el subsuelo, zona peligrosa cuando predomina la caliza en cuantía, pudiéramos decir anormal.

La caliza en las épocas de sequía, cuando desaparecieron las trazas de humedad entre las partículas constitutivas de la tierra de sustentación de cepas, se encuentra en estado poco activo, pudiéramos decir «durmiente», entregando a la absorción radi-

cular y por lo tanto a la savia, cuotas mínimas; pero tras un período de lluvias de alguna importancia reaparece la actividad a veces con intensidad desusada, aportando a la absorción dosis crecientes, y aun en plantas no injertadas, determina esta superabsorción modificación en la densidad de la savia, dificultándose la ascensión normal, mucho más en las viñas injertadas, donde es, verdadera lucha, la que tiene que vencerse para la circulación.

Esta caliza absorbida al estado de bicarbonato soluble y reintegrada a la savia en la circulación general, se descompone poco a poco y perdiendo una molécula de anhídrido carbónico tiende a depositarse al estado de carbonato insoluble en todas las partes atravesadas por la disolución y, cuando está sobresaturada, como en el período de lluvias abundantes, tiende a posarse rápidamente, llegando en las hojas a dosis notables, bastando comprobar en estas cepas que estudiamos y a medio morir su presencia, por una solución de ácido clorhídrico extendido en ocho de agua, que origina inmediatamente efervescencia activa y persistente, fácilmente observable con los menores aumentos del microscopio.

Y este depósito de parte de la savia, se agrava por la anterior indicación de diferencias en la capacidad funcional y por las desviaciones enormes en estas cepas estudiadas, de los sistemas de vasos de todo género, rodeando al núcleo del rodete de cicatrización.

Pasemos por último a estudiar los hechos complementarios que contribuyen a que la actuación del subsuelo calizo, perniciosos; del injerto colocando a la cepa en condición poco apta para normal desarrollo, sea aún mayor, por la actuación del hombre con sus prácticas culturales, poco en consonancia con las necesidades de las cepas, precisadas de tratamientos especiales, según lo es, la colocación en medio poco apropiado a espléndidas cosechas.

En general los patrones de origen americano y muy en particular los dos mencionados en el transcurso de este trabajo, Murviedro Rupestris 1202 y Aramón Rupestris n.º 9 europeo-americanos, tienen precocidad desusada en el desarrollo del sistema radicular, de tal modo que comienzan a dar cosechas desde el tercer año, llegando a su máximo en el quinto, nota desfavorable en su haber, aun contraponiéndose a la creencia general de suponer que esto es cualidad a tener en consideración.

Efectivamente, la *Vitis vinifera* europea es de desarrollo lento, mucho más, como es lógico, en las tierras pobres de ladera y así se veía que no se normalizaba la producción hasta el séptimo o el octavo año de plantación.

Por lo tanto, la misión del viticultor es retrasar en lo posible, esta productividad de las viñas injertadas, oponiéndose a las exageraciones ocasionadas por el rodete de cicatrización; pero los cuantiosos gastos de la preparación de tierras, de la adquisición de plantas, barbados o injertos, excitan a pronta amortización, y por ello dan el mismo cultivo a las viñas que viven en tierras frondosas, ricas en elementos asimilables, como a las pobres, donde los elementos apropiables son menores, y como dejan lo que se llama mucha carga o madera de cosecha, las cepas se resienten acentuándose aún más, la desarmonía entre la parte aérea y la subterránea.

Además en Aragón no se abonan las viñas, excepto la pequeñísima parte del término a que alcanza el poco estiércol disponible, en estas comarcas poco ganaderas, influyendo en ellos varios factores; la calidad de los mostos, de bajo precio a pesar de sus cualidades especiales para *coupages*, la carestía de abonos de todo género, muy en especial los potásicos, de que tan exigente es el viñedo, la poca confianza en su influjo, por la falta de experimentación y demostración práctica, con lo cual todo contribuye a que las cepas estén en malas condiciones para una vida lozana y fructífera.

Y llegamos a la última fase del problema para deducir las consecuencias o conclusiones a que hubiere lugar.

Todas las cepas arrancadas para estos estudios, tienen las tiernas raicillas intensamente atacadas de filoxera con el aspecto moniliforme de las grandes invasiones.

Esto asusta a las comarcas vitícolas, pero en sí no tiene importancia en la generalidad de los casos, sí en este concreto puesto que es natural la convivencia en el patrón americano; por ello se introdujeron en la reconstitución, puesto que tales patrones, a pesar de las picaduras, llegan a tener desarrollo normal.

En las viñas americanas los efectos del parasito tanto de orden anatómico y organográfico, consecuencia de la perforación por el insecto, como los de orden fisiológico, se efectúan sin grave detrimento de la vitalidad de la cepa; al hibridarse las variedades americanas con las europeas, disminuye, como es natu-

ral esta resistencia, pero sin embargo, la selección ampelográfica practicada, demostraba que la *resistencia era suficiente, para poder dar cosecha varios años.*

Y la experiencia demuestra que, en tierras de condiciones agrológicas buenas, es decir, sin exceso de caliza ni otra base perjudicial, tienen resistencia brillante al hemíptero, que viven hace catorce y quince años con lozanía; pero que en las laderas pobres, de subsuelo calizo y clima seco, esta resistencia se amina y la vida es corta.

Esta agravación es característica de los países meridionales, siendo Sicilia país muy castigado, así como otras islas que baña el mar Mediterráneo, sin que hasta la fecha se quejen en Argelia, donde la reconstitución es activa, pero lleva pocos años de existencia.

Reasumiendo todo lo expresado en las anteriores líneas, llegamos a la conclusión siguiente, que sometemos a la censura de la Academia:

*La mortalidad de las cepas a base de patrones europeo-americanos, Murviedro Rupestris 1202 y Aramon Rupestris Ganzin N.º 9, en tierras de ladera pobres, con subsuelo de caliza activa (tosca calar), son casos de vejez prematura.*

*Las causas fundamentales residen en la elevada dosis de caliza integrada a la savia tras periodos de humedad; en la desfavorable situación que el injerto crea para normal función fisiológica; en la cooperación del hombre agravando estas actuaciones con sus prácticas culturales; en la final facilidad de ocasionar la muerte la filoxera, por encontrarse las cepas ya en estado patológico.*

Como observación personal indicaré asimismo que, en las zonas de tierra estudiadas, la variedad americana pura Rupes-tris de Lot parece en los meses primaverales y primeros de estío sale victoriosa de todas estas causas, pero que al llegar el mes de Agosto, se resiente extraordinariamente de la sequía, dando los racimos claros y, siendo como es, patrón de relevantes condiciones para muchas tierras pobres, no sirve para suplir estos casos de defeción.

Únicamente se defiende hasta la fecha, la variedad Chasselas Berlandieri 41 B, aun cuando son pocas las viñas que, como campo de experimentación se encuentran por estas tierras, lo cual tiene su justificación por proceder la Berlandieri de las

tierras cretáceas de Tejas (Norte América) la comarca más similar a esta parte de la nación española que, juntamente con parte de la costa levantina, goza del triste privilegio de sequías perturbadoras.

Deberán ensayarse algunas de las variedades recomendadas por el eminente ampelógrafo español García de los Salmones como capaces de substituir en las tierras calizas y secas al Aramon, como son el Cabernet  $\times$  Rupestris 33 A<sup>2</sup> y el Borriscou  $\times$  Rupestris 601, pero ello deberá hacerse con toda rapidez.

Y así llegamos a la necesidad de una actuación verdaderamente españolista. En efecto, repasando la interminable serie de híbridos, los más variados en el ansia de resolver las múltiples necesidades de la viticultura europea, encontramos los nombres de viníferas siempre extranjeras, Pinot, Chasse-las, Borriscou, Aramon, Cabernet, Grusonero, Regano, Franciscana etc. etc.; únicamente aparece como nacional el Tinto aragonés desfigurado con el nombre de Carignan, pero en ensayos de fuera, y algún que otro híbrido del agrónomo español Salas y Amat.

Por esta razón estimamos como concepto erróneo aceptar como conclusiones sin lugar a discusión, las cosas de fuera de casa, precisando labor regional dentro de la nacional, pues en este mosaico de condiciones climatológicas y agrológicas que caracteriza la Península Ibérica generalizar, trae muchas veces como corolario, consecuencias funestas.

Comprendemos las dificultades del objeto, por lo penosas que resultan las operaciones de hibridación y porque los Centros técnicos no gozan de halagüeña existencia para abordar el tema; pero la necesidad es manifiesta, el país lo pide y no queda más recurso que satisfacer estas justificadísimas ansias de resurgimiento de riqueza.

Y voy a terminar; habéis observado en el transcurso del discurso lo que al comienzo exponíamos, que los conocimientos agrícolas no caracterizan una ciencia definida; por ello, para abordar el tema hemos necesitado la contribución de la química agrícola, de la fisiología vegetal, de la entomología, es decir, de todas las ciencias en que fundamenta su progreso.

Pero es tan formidable éste a partir de la teoría mineralista de Liebig, de la aclaración de múltiples fenómenos por el inmortal Pasteur, del descubrimiento del agente activo de la

nitrificación por Schelesing y Muntz, el de la fijación del nitrógeno gaseoso por Berthelot y mil hechos modernos más, traducidos en la producción unitaria de las tierras en dosis increíbles, vislumbrándose aún mayor caudal al condensarse en realidades las aspiraciones hoy infusas de la catalisis y radiactividad, y todo ello en consonancia con las imperiosas exigencias de la civilización moderna, que exigen el esfuerzo combinado de falange de especialistas fisiólogos, químicos, físicos, y botánicos en una especie de *simbiosis científica*, dispuestos como los de esta Academia, a penetrar las reconditeces de todos los problemas, avalorándolos y ofreciendo al productor la solución en forma útil al progreso.

Y el despertar de energías a derecha e izquierda del padre Ebro, en todas las gradaciones de la vida moral y material, traducido en el desarrollo de su riqueza, principalmente de la agraria, arteria de su modalidad, la condensación en núcleos como los de esta Corporación demuestran el ansia de capacitarse para hacer frente a ese caos formidable que se avecina de luchas económicas tras el espejuelo de la firma del tratado de paz y ojalá estas manifestaciones de todo linaje, se traduzcan en ansias de trabajar aunando esfuerzos, abandonando el sistema de otras zonas, que llegando a la cúspide de la riqueza estiman deben deshacerse los eslabones que sirvieron para su período de esplendor.

Permitid dar las gracias a la esclarecida concurrencia que ha tenido la amabilidad de prestar atención a estos datos áridos y pesados, donde no haya atisbos de poesía, sino tristezas de la realidad que, así como el campo hace concebir ideas brillantes, como brillantes son las manifestaciones que lo visten y adornan, es asientó muchas veces de penas y sabores, difíciles de traducir en concepciones optimistas.

Y recibid, Sres. Académicos, el agradecimiento sincero de un vasco que llegó a Zaragoza y encontró por doquier amistad sincera, fervoroso apoyo, cariño fraternal, deseando a esta ínclita Corporación, días de brillo y gloria, seguros de alcanzar por quienes la integran y dejad que el más modesto de los asociados, repose en vuestra bondadosa compañía.

Consentid en primer lugar rendir pleitesía al bello sexo que ha querido abrillantar acto de esta índole, demostrando deseos de alentar a hombres que sólo aspiran a mejor idearium de la vida por progreso y perfección de los medios morales y materiales que la compendian.

## DISCURSO DE CONTESTACIÓN

POR EL

R. P. LONGINOS NAVÁS, S. J.

---

SEÑORES:

Regocijada puede estar y vestirse de esplendor la Academia de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales de Zaragoza en este día, al admitir en su seno a persona tan conspicua, llamada a ser uno de los principales sostenes y celosos propagadores de sus glorias.

No he de hacer la presentación de D. José Cruz Lapazarán como de persona desconocida en Zaragoza. Conocen y han sentido sus benéficas influencias no sólo muchas entidades de la ciudad sino también innumerables, por no decir todas las poblaciones de su provincia y de Aragón entero. ¿Para qué he de mencionar las Sociedades a las que da nombre y aliento su presencia, la Sociedad Ibérica de Ciencias Naturales, la Sociedad Entomológica de España, la recién fundada Sociedad Aragonesa de Protección de Animales y Plantas, si hasta en las deportivas figura en primera fila, logrando agradables y sanos éxitos? Mas aunque las otras omita no puedo dejar de nombrar la entidad próspera y floreciente, que derrama bienes sin cuento sobre Zaragoza y Aragón, el Consejo de Agricultura y Ganadería, del que es alma y vida.

Tampoco he de enumerar sus múltiples correrías por los pueblos de Aragón a guisa de agrónomo propagandista y apóstol, ni las conferencias dadas ante multitud de agricultores, ávidos de escuchar su palabra y aprovecharse de sus enseñanzas.

Convencido el Sr. Lapazarán de que no era posible que muchos hijos del país viniesen a Zaragoza, como era de desear, a aprender en la Granja Escuela los adelantos de la Agricultura moderna, el uso de nuevos instrumentos de labranza, el empleo

de los modernos abonos y medios de intensificar la producción de la tierra, las armas para defenderse del sin número de enemigos que al labrador y a sus campos acosan y arruinan, ha ido él mismo a encontrarlos y en sus propios pueblos y en sus casas al calor de su convencida, docta y ardiente palabra ha tratado con éxito de levantar el nivel agrario del país y abrir por doquiera nuevas fuentes de riqueza.

No se ha limitado a estos puntos someramente indicados el celo y labor infatigable del Sr. Lapazarán. En los pocos años que lleva en el desempeño de los cargos de su carrera, ha multiplicado sus energías en muchos y diferentes ramos. Y no es el menor o menos eficaz el de la prensa.

Porque nacido en Azcoitia de Guipúzcoa el año 1879, hecho con brillantez el bachillerato en Madrid, allí mismo cursó los estudios superiores en la Escuela de Ingenieros Agrónomos de Alfonso XII de la Moncloa, saliendo con el número 1 de su promoción de aquella Institución docta y severa donde aventajados ingenios han de forcejear repetidas veces a la entrada y sudar y afanarse en la carrera para no quedar rezagados a sus compañeros.

Bien equipado con el bagaje de la ciencia agronómica faé fortuna para esta ciudad más que para él mismo que fueése destinado a la Granja Escuela de Agricultura a principios de 1908, ávido de recoger las enseñanzas de los ingenieros agrónomos D. Manuel Rodríguez Ayuso y D. Julio Otero transformadores del modo de ser del regadío de Aragón, introductores del cultivo de la remolacha e iniciadores de esa industria azucarera que tan inesperada riqueza ha dado y da a toda la comarca aragonesa, los autores del cultivo del trébol, del empleo del arado Brabant, del uso de los abonos minerales.

De allí pasando en 1914 a la Jefatura del Servicio Agronómico inaugura la explosión del apostolado agrícola por medio de la prensa, con la publicación periódica de «Hojas divulgadoras» de que ya lleva cuatro tomos, publicados todos, justicia es decirlo, bajo los auspicios de la Federación Agraria Aragonesa. No hay asunto agrícola de interés que en ellos no se trate, ningún mal que amaga al campo o al labrador que no se conjure en los límites de lo posible, ninguna ventaja que de las circunstancias del país pueda obtenerse, que no se exponga. Citemos solamente al azar los títulos de algunas de esas Hojas divulgadoras.

Cultivo del olivo.—Instrucciones prácticas para plantación y cuidado de la patata.—La remolacha forrajera.—Recolección, conservación y ensilaje de forrajes.—Análisis de las tierras.—Agricultura.—Enseñanzas de la Estadística.—Consideraciones sobre maquinaria agrícola.—Los abonos en viticultura.—Los orujos en la alimentación del ganado.

Como si esto no fuese bastante para satisfacer las aspiraciones más vastas y ambiciosas, antes para consolidar y perpetuar el fruto de su enseñanza agrícola ambulante, ha publicado en cinco volúmenes, bajo el patronato del Consejo Provincial de Fomento (hoy de Agricultura y Ganadería) Memorias o Reseñas de los trabajos realizados para la extinción de plagas o mejora del cultivo, y de las conferencias dadas sobre tan diversos asuntos que al agricultor interesan.

No es de extrañar, pues, en vista de su intensa labor e inteligentes iniciativas, que el Sr. Lapazarán fuese el Secretario general del Primer Congreso Nacional de Riegos celebrado en Zaragoza en 1913, es decir, el motor y sostén de toda la obra y en la sesión del Pleno, ponente del tema «Necesidad de extender y mejorar los regadíos», cuyas conclusiones fueron por unanimidad aprobadas.

Esta es la personalidad, con toscas pinceladas bosquejada, a la que la Academia de Ciencias de Zaragoza, joven pero gallarda y llena de grandes aspiraciones abre las puertas de su casa, para admitirla en su familia:

Que ha sido acertadísima la elección lo acabáis de juzgar por vosotros mismos en el discurso que con tanta atención como provecho habéis escuchado, en el cual, merced a sagaces y porfiadas investigaciones, hallada la causa de la «defección prematura de algunas variedades de patrones europeo-americanos empleados en la reconstitución del viñedo» devuelve la calma a la opinión agrícola alarmada, consolida la confianza en el sistema del injerto empleado para prevenir los males del terrible azote filoxérico y facilita los medios para evitar lamentables fracasos en la viticultura aragonesa.

Sobre el cual discurso esperáis que yo haga algún breve comentario o consideraciones aisladas, en consonancia con la costumbre establecida, por más que mi falta de preparación y conocimientos técnicos me hagan recelar que lleve a vuestros animos con mis palabras una decepción y me obliguen a aco-

germe sinceramente a vuestra indulgencia, que por otra parte me es harto conocida.

Tres plantas forman principalmente la base de la agricultura aragonesa, el tripode, como diríase ahora, en que se sostiene la vida agrícola de Aragón: el trigo, el olivo y la vid. El primero sin duda empleado por el hombre desde los albores de la humanidad, las otras dos plantas las más antiguas de que se hace mención en documentos escritos, ya que el olivo se cita por primera vez en el ramo de verdes hojas que en el pico trajo la paloma al arca y la vid en la que el segundo padre de la humanidad plantó y cultivó, siendo a la postre víctima inconsciente de su fermentado zumo (1). Aquellas dos sin duda de uso más necesario al hombre, ésta de aspecto más encantador, de cultivo y elaboración más compleja, de rendimiento en metálico más universal y abundante.

Aún recuerdo la inefable impresión que me causara en los tiernos años de mi infancia, cuando el sentimiento estético aún no se ha desarrollado, la vista por primera vez de una región vinícola, el Priorato, en la provincia de Tarragona, a fines del mes de Junio. Aquellas colinas escalonadas una en pos de otra, cubiertas de una rica alfombra de esmeralda, entreveradas de manchones de arbolado en las alturas, de estrechas lenguas de regadío en los valles, surcadas de barrancos y riachuelos, ordeadas por el aire puro, despidiendo aroma confortador. Presumo que semejante cuadro se descubre en el renombrado campo de Cariñena.

Aquel ropaje como de doncella regia que engalanaba la tierra era debido a una planta, *Vitis vinifera* L., una de las 400 especies que se conocen de la familia de las Vitáceas (2), la

(1) Véase Génesis, cap. VIII y IX.

(2) Conforme a los acuerdos de los Congresos internacionales de Botánica ha de decirse Vitáceas Juss. 1789 y no Ampelídeas HBK 1821.

La familia de las Vitáceas según Post y Kuntze (*Lexicon generum Phanerogamarum*, 1904) comprende un solo género *Vitis* L. 1737, con unas 400 especies, propias de regiones cálidas y templadas, agrupadas en 11 subgéneros.

Otros autores elevando a la categoría de géneros estas divisiones, establecen los géneros:

1. *Ampelocissus*.
2. *Perisanthes* Miq.
3. *Clematicissus* Ok.

productora del licor que constituye las delicias de Dios y de los hombres, como por énfasis dice antigua frase bíblica (1); esta planta, emblema de la paz, prosperidad y bienandanza en el pueblo hebreo, pues al querer simbolizarse un período de tranquilidad y dicha, decíase: morará cada cual a la sombra de su parra y de su higuera (2); esta planta polimorfa si las hay, que en manos del hombre, siendo especie única, ha producido un número sin cuento de variedades tan diversas por su porte, por la figura de las hojas, por el tamaño, color y forma de los frutos, por el sabor y aroma del vino que produce; planta que cultivada en toda nuestra nación constituye una de sus mejores y más renombradas glorias agrícolas; esta planta en fin, cuyas variedades españolas fueron estudiadas por el naturalista español Rojas Clemente en una hermosísima regia monografía en el primer tercio del siglo pasado, la cual aun ahora pareciera una magnífica joya de cualquiera de las naciones más cultas europeas.

Toda esta innumerable pléyade de variedades, ¿cómo se obtiene? Con la siembra y selección, con el asiduo cuidado del hombre. Y ¿cómo se conservan en su ser, sin que descaezcan y degeneren o desaparezcan y cambien? Con el injerto.

Y ved aquí, Señores, otra maravilla de la biología de las plantas, no bastantemente estudiada ni explicada.

Que un pedacito de corteza provisto de una yema, cual su-

4. *Tetrastigma* Miq.
5. *Landukia* Ok.
6. *Parthenocissus*.
7. *Ampelopsis* Mich.
8. *Rhoicissus* Ok.
9. *Cissus* W. et A.
10. *Vitis* L.

Las especies del género *Vitis* que cultivamos son unas 30, agrupadas en dos secciones: *Euvitis* y *Muscadinia*. En la *Euvitis* se incluyen 27 especies, las 10 son asiáticas y de ningún interés para el cultivo, las 16 diseminadas en la América del Norte, que se prestan al injerto de la europea *Vitis vinifera* L.

(1) Numquid possum deserere vinum meum, quod lætificat Deum et homines? Judic. IX, 13. Son palabras estas de un apólogo de Joatán hijo de Jerobaal, y es el apólogo más antiguo de que se tiene noticia. En él se dice entre otras cosas: Fueron las plantas y dijeron a la Vid: Ven y reina sobre nosotros. La cual les respondió: ¿Puedo por ventura dejar de producir mi vino, que hace las delicias de Dios y de los hombres, para ser levantada por reina entre los demás árboles?

(2) Unusquisque sub vite sua et sub ficu sua. 3 Reg. IV, 25.

cede con el injerto de escudete, tenga tal virtud que transforme maravillosamente la naturaleza de la savia que por él pasa a manera de filtro misterioso y creador, de tal suerte que procediendo de acebuche le obligue a dar aceitunas dulces o de un peral a producir manzanas o membrillos, pudiendo darse sobre un mismo tronco de árbol tantas diferencias de frutos cuantos son los injertos que en el patrón se sustentan.

Y lo más maravilloso es que esta hermandad de tejidos que hace posible y practicable el injerto no se descubre solamente en variedades de la misma especie, por ejemplo en variedades del manzano que todas pertenecen a la especie *Malus communis*, ni solamente a las especies y géneros afines, como son los frutales de pepita entre sí o los de hueso, como melocotonero, albaricoquero, ciruelo, sino aun entre plantas de familias diversísimas, llegando a obtener injertos entre el granado (*Punica granatum*) de la familia de las Punicáceas y el naranjo (*Citrus aurantium*) de las Auranciáceas.

Mas no parezca nos desvíamos de la vid objeto de nuestro estudio, pues a propósito de ella he traído esta idea del injerto.

Porque esta planta de cultivo tan extenso y de rendimientos tan pingües ha visto surgir contra sí un ejército cada vez más creciente de enemigos, en el reino animal, en el vegetal y aun en el mineral, según acabáis de oír en el discurso precedente.

En el reino vegetal ¡qué de plantas parásitas no acarrear enfermedades a la vid y a veces la muerte misma! Unas atacan a los pámpanos, otras a la flor, otras a los frutos, otras a la planta entera.

Lamentábanse nuestros padres de tener que luchar a brazo partido contra el oidio (*Erysiphe Tuckeri*) con el azufrado, mas con posterioridad en nuestros días muchas otras enfermedades a guisa de epidemias han invadido los viñedos y muchos medios de defensa se han preconizado.

El mildíu producido por el hongo *Peronospora* (ahora *Plasmopora*) *viticola*; la podredumbre negra o *black rot* en inglés (digo los nombres primero en castellano para introducirlos de preferencia a los exóticos en el lenguaje y uso de los técnicos y del vulgo) producida por la *Guignarda Bidweli*; podredumbre blanca (*white rot*) causada por el *Coniothyrium diplodiellum*, la podredumbre gris del fruto, debida a la *Botritis cinerea*; la antracnosis o carbón, del hongo *Sphaceloma ampelinum*; la

melanosis de los pámpanos, causada por la *Septoria ampelina*; la fumagina, melazo o negrilla de la vid, extendida por la *Fumago vagans*; el blanco de las raíces, introducido por la *Dermatophora necatrix*.

Y en el reino animal faltárame el tiempo si quisiera solamente enumerar los insectos, aun prescindiendo de otros artrópodos, que se ceban en la vid como en su manjar predilecto.

Habría de citar gran número de Lepidópteros, grandes y chicos, éstos los más funestos, entre ellos la piral de la vid (*Enophthira pilleriana* Schiff.) y la coquilis de la vid (*Conchylis ambiguella* Hb.)

Habría de pasar en revista una legión de coleópteros a cual más encarnizado para destruir esta preciosa planta desde los voluminosos *Vesperus Xatarti* que habitan en el interior de los troncos hasta la menuda *Haltica ampelophaga* que devora el parenquima de las hojas.

Ni he de mencionar las muchas especies de Hemípteros enemigos de la vid, entre ellos los ejércitos prolíficos del pulgón *Aphis vitis* Scop. para detenerme unos instantes en el más aterrador a la par que el más diminuto, la filoxera.

Una inmensa biblioteca de obras y papeles de toda suerte se ha escrito y escribe sobre este pigmeo, casi microscópico insecto. Nos son bien conocidas sus diversas formas, áptera y alada, galícola y radicícola, su multiplicación partenogénica asombrosa, la reproducción sexuada con su huevo de invierno, toda su biología. Séame lícito decir que un naturalista español, D. Mariano de la Paz Graells, poco después de la introducción de la filoxera en España (1877) vió en Madrid el 8 de Agosto de 1878 nacer la larva de filoxera de huevos de invierno puestos en Málaga en Julio. No se puso en tela de juicio la buena fe científica ni la pericia del sabio español; pero... como esta fecha no era la de primavera, observada en Francia, no se admitió este dato, por más que Graells persistiese en su afirmación. ¿Por qué, pregunto yo, no pudo ser en España y en Málaga el desove y el nacimiento en otro tiempo que en Francia, siquiera por excepción o en una generación tardía?... Hasta cuándo seremos considerados incapacitados los españoles para decir la última palabra y dar el fallo definitivo en puntos de Ciencia, que hayan de acatar los sabios de allende los Pirineos y de ultra Rin? A conseguir este resultado hemos de aspirar todos con nuestros trabajos y a ello han de contribuir nuestras

Academias con su labor científica y patriótica, es decir, labo-  
rando a la vez por la Ciencia y por España.

Lo que no está claro es el nombre que ha de llevar la filoxera  
conforme a toda ley. Porque este ser ha ido cambiando de nom-  
bres en manos de diferentes autores, y el que ahora lleva es  
ilegítimo, debiendo llamarse *Phylloxera vitifolii* Fitch desde 1854  
en vez de *vastatrix* con que en 1878 la denominó el francés  
Planchon (1).

Lo que ignoramos todavía es un medio directo y eficaz que  
ataje las devastaciones de nuestro enemigo. Nuestros invasores,  
multiplicándose con aterradora rapidez, haciéndose casi invis-  
bles a nuestra vista, escondiéndose por miríadas en el seno de  
la tierra, o trasladándose merced a sus alas y a las del viento a  
considerables distancias, han esparcido por doquiera la desola-  
ción, sucumbiendo uno en pos de otro los viñedos más lozanos  
y florecientes y tornándose en páramo lo que antes parecía un  
jardín de delicias.

Sólo queda el recurso de repoblación por patrones de espe-  
cies y variedades de *Vitis* americanas resistentes a los ataques  
de la filoxera, injertando en ellos la *Vitis vinifera* de España.  
Es verdad que no todas las especies y variedades se prestan  
igualmente al injerto, por más que sean plantas del mismo gé-  
nero o especie, ni todos los suelos y climas son gratos a cua-  
lesquiera pies, ni los preconizados en un sitio gozan de igual  
fortuna en otro. No meteré la hoz en miés ajena entrando en el  
terreno de la práctica exclusivo de los agrónomos y técnicos,  
vedado a mis investigaciones, que vagan por el campo de la  
ciencia pura.

Por ello me permitiréis, Señores, que, hablando de la vid, os  
refiera una observación propia, si no útil, a lo menos científica

---

(1) Asa Fitch, entomólogo norteamericano, estudiando este  
insecto en 1854 lo incluyó en el género *Pemphigus*, describién-  
dolo con el nombre de *Pemphigus vitifolii*. Erró en el género,  
porque los *Pemphigus* son Afídidos sin dígítulos en las patas y  
habitan en las agallas, siendo su tipo el *P. bursarius* conocidí-  
simo en el chopo; por esto Enrique Schimer, de Filadelfia, en  
1867 creó otro, llamando a nuestro insecto *Dactylosphxra vi-  
tifolii*. El mismo año 1867 Westwood, estudiando en Oxford los  
insectos venidos de América y creyéndolos nuevos, llamólos  
*Peritymbia vitisana*, género nuevo y especie nueva. Un año des-  
pués Planchón, en Francia, hizo lo propio creando su género

curiosa. Así añadiré algo de mi cosecha a las tan doctas y provechosas que habéis oído antes del recipiendario.

Sabido es que las hormigas ávidas de zumos azucarados frecuentan las plantas donde hay pulgones, y con las antenas cual con palillos de tambor golpeando a éstos blandamente las espaldas provocan la emisión de zumo azucarado por los cornículos que en ellos tienen y que recogen y sorben las hormigas. No era empero conocido, que yo sepa, que lo propio hiciesen con las cochinillas. Un día de verano, para interrumpir unos minutos mi trabajo, bajé a la huerta del Colegio del Salvador y fijé la vista por casualidad en una escena que se realizaba en un pámpano de la parra. Dos hormigas de la especie *Tapinoma erraticum* Latr. se hallaban a uno y otro lado de una plaquita elíptica y amarillenta de unos dos milímetros de largo, que junto al nervio del pámpano estaba fija; era la cochinilla *Pulvinaria vitis* F., según me la definió el sabio especialista italiano Dr. del Guercio. El color de la plaqueta casi la confundía con el nervio central a cuyo lado estaba, pero no escapó a la curiosidad y golosina de nuestras hormigas, las cuales la acariciaban solícitas con sus antenas. De tiempo en tiempo una diminuta gota de un licor amarillento verdoso brillaba en un extremo del cóccido, y era de ver la presteza y avidez con que las hormigas se lanzaban a recogerla, para volver a poco a su ejercicio acompasado. Durante un cuarto de hora que asistí a esta escena singular seis o siete veces apareció la gotita en la *Pulvinaria*, para desaparecer al instante en las fauces de las hormigas.

Al propio tiempo otra hormiga, en el mismo pámpano, ejercitaba igual operación junto a otra plaquita rojiza y algo más pequeña. La solicitud y actividad no le faltaban, pero trabajaba en vano; a mi parecer la cochinilla estaba muerta y casi seca.

---

*Rhizophis* y llamando *vastatrix* a esta especie que creyó nueva. Pero Westwood identificó con razón la *vastatrix* de Planchón y su *vitisana* con la *vitifolii* de Fitch y redújola al género *Phylloxera* (del gr. φύλλον hoja y ξηρος seco), creado por el belga Boyer de Fonscolombe en 1834. Por consiguiente, eliminados los nombres de géneros y especies más recientes por sinónimos, queda el verdadero de *Phylloxera vitifolii* Fitch.

La sinonimia es, pues:

*Pemphigus vitifolii* Fitch, 1854.

*Peritymbia vitisana* Westwood, 1867.

*Rhizapís vastatrix* Planchón, 1868.

Cuando las dos hormigas de mi observación estuvieron hartas, comenzaron a moverse con negligencia y al fin se retiraron. En esto otra hormiga que andaba errante por el mismo pámpano en busca de algo que chupar encuentra a su paso a una de las hormigas que regresaba del banquete con el abdomen repleto, tanto que eran bien visibles las articulaciones blanquecinas de los segmentos. Saludó amigablemente con el movimiento y contacto de las antenas, como es costumbre en esta gente, a la que regresaba del festín, y sin duda la felicitó por él y le significó su envidia o su necesidad. Es lo cierto que la otra comprendió sus deseos, pues al punto ambas a dos levantaron las cabezas y formando un puente, la que regresaba del convite hizo una infusión dulce en las fauces áridas y secas de su hermana.

Aquella otra hormiga que trabajaba en ayunas junto a la *Pulvinaria* seca, advirtió lo que allí cerca pasaba, y dando una corridita, en un abrir y cerrar de ojos vi las tres bocas juntas participando del dulce licor que rebosaba de la más afortunada. (1).

\*  
\* \*

No he de abusar más, Señores, de vuestra indulgencia o más bien de vuestra paciencia en escucharme.

Sólo me resta felicitar a la Academia de Ciencias de Zaragoza y especialmente a la sección de Ciencias Naturales, por la adquisición de un individuo que por su edad, actividad y ciencia ha de suplir las bajas sensibles para ella de personas de tan alto prestigio como D. Cayetano Úbeda y de actividad tan inteligente como D. Jesús María Bellido, sobre todo que el nuevo académico añade al esplendor de la ciencia pura la áurea utilidad de la aplicada.

Porque la Academia, Señores, no es una colección de sabios más o menos excéntricos, al parecer del vulgo, que se reúnen para disputar sobre cuestiones de ningún interés para la humanidad. Es una institución que aspira a ser altamente beneficiosa al país, como centro de consulta y de ilustración en un

---

(1) No es inédita esta narración; la publiqué por primera vez en castellano en *La Educación*, Barcelona, Mayo, de 1912, p. 207 y después en alemán (traducción del Sr. Schenkling) en *Berlin, Entom. Mitteil.*, 1912, p. 301.

sinnúmero de materias de carácter teórico y práctico. Por esto la han de integrar dos suertes de individuos, unos los que cultivan la ciencia pura, otros los que derivan sus luces a la práctica.

La ciencia pura va delante con la antorcha de los principios; la aplicada sigue en pos y refleja sus luces a las diferentes fases de la vida; la pura ciencia, desde la cumbre de los principios, ilumina el horizonte; la aplicada, a la luz de sus rayos descubre un atajo que ahorra a la humanidad fatiga y tiempo, y fracasos irreparables; los que a los estudios teóricos nos dedicamos somos como los zapadores que vamos delante desbrozando la selva y abriendo el camino por donde siga el poderoso ejército, o como los sembradores que abren el surco y arrojan a puñados la simiente, haciendo una labor al parecer inútil y ruinosa, pero será para que un día los segadores, los prácticos armados de ingentes guadañas, derriben a porfía las doradas mieses y recojan el grano en dilatadas trojes; finalmente la Academia de Ciencias de Zaragoza, aunadas las fuerzas de unos y otros y reforzada hoy con el multiforme auxilio del recipiendario dará, así lo confiamos, días de gloria y de prosperidad material a la ciudad que nos alberga en su seno, la inmortal Zaragoza.

HE DICHO.

El Presidente, Sr. Rocasolano, a continuación dijo:

SEÑORAS Y SEÑORES:

La Academia de Ciencias queda muy agradecida a las dignísimas Autoridades de Zaragoza, a las Corporaciones oficiales y entidades particulares que, aceptando su invitación, han asistido o enviado su representación a este acto. Del mismo modo agradece profundamente su asistencia a las distinguidas señoras que le han honrado asistiendo a esta sesión, con lo que le han dado un carácter de espiritualidad muy conforme con la austeridad de la Ciencia, que es poesía en su forma más hermosa, porque es la Ciencia la poesía de la verdad. Gracias a todo este distinguido y muy numeroso auditorio, que por su asistencia y por el interés con que ha seguido los asuntos tratados, demuestra su deseo por la realización de los fines de la Academia y ello vigoriza nuestros ideales y nos hace esperar confiadamente que llegará la Academia a recoger, como desea, una buena parte de la producción científica de Aragón, estimulará en lo que puede el espíritu de investigación científica y con ello elevará, como es su propósito, el nivel cultural del país.

Finalmente, la Academia se regocija recibiendo a persona de tan altos merecimientos como el Sr. Lapazarán, y se felicita porque desde hoy cuenta con su valiosa colaboración y nada más precisa decir sobre esto, porque nuestro distinguido compañero, el Presidente de la Sección de Ciencias Naturales R. P. Navás, al contestar el discurso del Sr. Lapazarán en nombre de la Academia, ha expresado fielmente la satisfacción con que recibimos al nuevo compañero.

Señores: Queda inaugurado el curso en la Academia de Ciencias de Zaragoza.

Se levanta la sesión.

---

SESIÓN DEL 23 DE FEBRERO DE 1919

DISCURSO DE INGRESO EN LA ACADEMIA

DE

**D. JERÓNIMO VECINO Y VARONA**

SOBRE

**LA CONSTITUCIÓN DE LA MATERIA SEGÚN LAS IDEAS ACTUALES**

SEÑORES ACADÉMICOS:

Sean mis primeras palabras de gratitud hacia esta docta Corporación que, sin reparar en mis escasos méritos, me llama a su seno para colaborar en la obra de la cultura patria. Grande es el honor que me dispensa la Academia de Ciencias de Zaragoza eligiéndome para ocupar un lugar entre las ilustres personalidades que la constituyen, y a este inmerecido honor correspondo, agradeciendo sinceramente y con todo afecto a los dignos Académicos sus bondades para conmigo y acudiendo solícito a su llamamiento. Bien quisiera que mi colaboración en vuestra noble y patriótica tarea, fuera tan intensa y provechosa como vuestros elevados fines merecen, pero la realidad de mi actuación habrá de estar en relación con la modestia de mis aptitudes y de mi cultura, aunque también lo estará con mi firme voluntad en servir vuestros ideales, correspondiendo agradecido al honor que recibo porque me habéis llamado a colaborar con vosotros, en vuestra útil y necesaria labor cultural.

Un sentimiento apena en estos instantes mi ánimo, y es el no ver entre vosotros a mis ilustres compañeros de Facultad los Sres. Plans y Martínez Risco; se fueron a otras tierras donde quizá encuentren terreno más apropiado, ambiente más propicio para el desarrollo de su actividad científica. Reciban estos queridos amigos y beneméritos Catedráticos la expresión de mi amistad sincera y de mi profunda admiración.

Y ahora, señores Académicos, ya que los preceptos reglamentarios así lo exigen, voy a molestaros unos instantes, exponiendo a vuestra consideración *Algunas ideas sobre la constitución de la materia*, suplicando vuestra benevolencia al juzgar este modesto trabajo.

***La realidad molecular: El número de Avogadro. — El Electrón. — El magnetón. — El átomo.***

**EL NÚMERO DE AVOGADRO**

Es ya antigua la hipótesis que supone a los cuerpos puros, compuestos de *moléculas* idénticas animadas de un movimiento incesante y que a su vez están compuestas de *átomos* indivisibles. La *realidad molecular* era, por lo tanto, admitida por los antiguos químicos, pero el orden de magnitud de la molécula o del átomo, les era completamente desconocido. Este problema ha sido recientemente resuelto con una precisión tan admirable como inesperada. Se ha llegado a demostrar que la molécula-gramo o el átomo-gramo contiene un mismo número  $N$  de moléculas o de átomos; este número  $N$  que es una constante universal, se llama *número o constante de Avogadro*. Claro está que una vez determinado  $N$  quedaría por el mismo hecho determinada la magnitud de la molécula o del átomo: bastaría dividir por  $N$  el peso molecular o el atómico.

Me permitiréis señores Académicos que me detenga unos instantes en exponer ligeramente algunos de los métodos que conducen a la determinación de  $N$ ; bien lo merece la importancia del número, que, por otra parte, ha de ser la base de mi discurso.

La teórica cinética <sup>(1)</sup> establece una ecuación

$$pv = \frac{2}{3} nw$$

entre la presión  $p$  desarrollada por  $n$  moléculas de un gas cualquiera que ocupa el volumen  $v$  y la energía cinética  $w$  de trasla-

ción de una molécula. Si se trata de la molécula-gramo, la ecuación se transformará en

$$pv = \frac{2}{3} Nw$$

y si se tiene en cuenta la ecuación de los gases perfectos

$$pv = RT \quad (R = 83,2 \cdot 10^6 \text{ C. G. S.})$$

se deducirá el valor  $w$  de la energía cinética de una molécula

$$w = \frac{3R}{2N} T$$

en función del número de Avogadro y de la temperatura absoluta  $T$ .

Ahora bien, la masa  $M$  de la molécula gramo, está ligada con la velocidad media  $U$  de la molécula por la relación

$$MU^2 = 3RT$$

fórmula que nos permite calcular  $U$  ya que las restantes cantidades que entran en ella son conocidas. Se ha encontrado para valor de  $U$  en el O a 20° el valor 470<sup>m</sup> por segundo.

Se comprende fácilmente que las velocidades moleculares individuales serán forzosamente variables y desiguales, efecto de los frecuentes choques que se producen entre las moléculas. Si se admite que la agitación de la masa gaseosa obedece a las leyes del azar se llega a la siguiente ecuación de Maxwell.

$$\Omega = U \sqrt{\frac{8}{3\pi}}$$

que nos da el valor de la *velocidad media total*, velocidad que está ligada con el libre *recorrido medio*  $L$  de una molécula entre dos choques y con la densidad  $\delta$  del gas y el coeficiente  $\zeta$  de viscosidad por la relación.

$$L = \frac{\zeta}{0,31 \cdot \delta \cdot \Omega}$$

que nos da el valor de  $L$ . Se ha encontrado para valor de  $L$  en el O y  $N \frac{1}{10}$  de  $\mu$ .

Evidentemente  $L$  será tanto más pequeño cuanto mayores

sean las moléculas y menores las distancias intermoleculares. Admitiendo la forma esférica de las moléculas y llamando  $\rho$  el radio de una molécula, encuentra Clausius para valor de la superficie de  $N$  moléculas el obtenido por la fórmula.

$$L\pi N\rho^2 = \frac{v}{L\sqrt{2}}$$

en función del volumen  $v$  de la molécula-gramo y del libre recorrido medio  $L$ .

La conocida fórmula de Van der Waals

$$\left(p + \frac{a}{v^2}\right)(v - b) = RT$$

nos proporciona otra relación entre  $N$  y  $\rho$ , pues representando en esta fórmula la constante  $b$  el cuádruplo del volumen verdadero de las moléculas de una molécula-gramo, tenemos

$$b = \frac{8}{3} \pi \rho^3 N.$$

Conociendo el volumen y el área de las  $N$  moléculas de una molécula-gramo, deducimos inmediatamente el radio molecular y el número de Avogadro.

Conviene para este cálculo operar con gases monoatómicos como el argón, pues en gases de otra valencia las moléculas no afectarían la forma esférica indispensable en el establecimiento de las fórmulas anteriores. Así, se ha encontrado para el gas mencionado

$$N = 62 \times 10^{22}$$

con un error de un 30 por 100.

Si dividimos por  $N$  la masa molecular obtendremos la masa de 1 molécula. Para el oxígeno  $52 \times 10^{-24}$ .

Aplicando el cálculo al aire que respiramos se encuentra <sup>(2)</sup> que cada molécula de este gas se mueve con la velocidad de una bala de fusil, recorre en línea recta entre dos choques próximamente 1 diez milésimas de mm., y es desviada de su dirección 5 mil veces por segundo. Colocando 3 millones de moléculas de aire en línea recta, se alcanza la longitud de 1 mm. y 20 mil millones, llegan a pesar una mil millonésima de miligramo.

La Física es ante todo una ciencia experimental, la Física

Matemática establece las hipótesis, pero estas necesitan pasar por el tamiz de la experimentación. Admirables son los resultados obtenidos por la teoría Cinética para la magnitud molecular, pero mientras estos no sean confirmados por la experiencia u obtenidos por procedimientos teóricos diferentes no llegarán a producir en nuestro espíritu un convencimiento absoluto.

### MOVIMIENTO BROWNIANO

En 1827, el célebre botánico inglés Brown, descubrió un fenómeno que abre un amplio horizonte en el estudio de la realidad molecular y las propiedades del estado fluido.

Si en una masa fluida se introduce un cuerpo sólido más denso que el fluido, el cuerpo se va al fondo, y si su forma es esférica, la trayectoria recorrida es vertical. No sucede lo mismo cuando el fluido, agua por ejemplo, tiene en suspensión partículas pequeñas; éstas en vez de ir al fondo o a la superficie, según su densidad, se encuentran animadas de un movimiento vivo y desordenado sin que se observe tendencia alguna al reposo. Este es el descubrimiento de Brown, que en honor a este sabio se llamó *movimiento browniano*.

Las expediciones de Brown, Wiener <sup>(3)</sup>, Gouy, Cantoni <sup>(4)</sup>, Exner, Jevons <sup>(5)</sup>, etc., han llegado a demostrar que *esta agitación no tiene su origen en las partículas, ni en ninguna causa exterior al líquido y deben atribuirse a movimientos internos, característicos del estado fluido*.

Es decir, que las partículas observadas no hacen sino revelar una agitación propia del fluido mismo, agitación que es permanente siendo lo que llamamos equilibrio de un fluido una ilusión debida a la imperfección de nuestros sentidos.

Las leyes de este movimiento deducidas por Einstein <sup>(6)</sup>, conducen a una nueva determinación de la constante de Avogadro. Se comprende fácilmente que la velocidad de agitación en el movimiento browniano ha de variar con la viscosidad del medio. No ha podido medirse la velocidad verdadera, se ha determinado la velocidad media de las partículas primero por Perrin <sup>(7)</sup> y Victor Henri y recientemente por mi compañero el Dr. de Gregorio y Rocasolano <sup>(8)</sup>, cinematografiando éste último el movimiento browniano, pero las medidas van necesariamente afectadas de un error tal que es preferible para el establecimiento de

las ecuaciones, tomar como parámetro característico del movimiento, el segmento rectilíneo que une el punto de partida de una partícula con el de llegada, segmento que se denominará *desplazamiento* de la partícula durante el tiempo que se considere.

Es evidente que si se consideran partículas idénticas durante un mismo intervalo de tiempo  $\tau$ , las proyecciones de esos segmentos sobre un eje  $Ox$ , en cuya dirección ninguna fuerza solicite a las partículas, deben distribuirse alrededor del valor cero siguiendo la ley clásica del azar.

Además, siendo el movimiento irregular, el cuadrado medio  $\sigma^2$  de esas proyecciones aumentará proporcionalmente al tiempo  $\tau$ , y quedará caracterizada la actividad del movimiento browniano por el cociente  $\frac{\sigma^2}{\tau}$ .

Por último, y este es un punto esencial de la teoría de Einstein, las partículas de una emulsión deben *difundirse* siguiendo la misma ley que la materia de una solución, debiendo el coeficiente de difusión satisfacer a la ecuación

$$D = \frac{\sigma^2}{2\tau}$$

Si admitimos por otra parte (ley de Stokes) que la fuerza de frotamiento que se opone al movimiento de una esfera de radio  $\rho$  y velocidad  $v$  en un fluido de viscosidad  $\zeta$  es  $6\pi\zeta\rho v$  y consideramos un cilindro de emulsión, cuyas partículas están solicitadas por una misma fuerza  $F$  paralela al cilindro, cada partícula adquirirá en virtud de esta fuerza una velocidad media  $\frac{F}{6\pi\zeta\rho}$  y si  $n$  es la concentración en una sección  $s$  del cilindro, el número de partículas arrastradas en la unidad de tiempo por la fuerza  $F$  a través de la sección  $s$  será  $\frac{nF}{6\pi\rho\zeta}$ .

Si suponemos alcanzado el régimen permanente, debe verificarse que este mismo número de moléculas atraviesa por difusión en el mismo tiempo y en sentido contrario la sección  $s$ ; debemos, pues, tener

$$\frac{nF}{6\pi\rho\zeta} = -D \frac{dn}{ds}$$

Si por otra parte admitimos la hipótesis de Van'tHoff, en virtud de la cual las emulsiones satisfacen a las leyes de los gases, podremos establecer el régimen permanente expresando que la acción de la fuerza  $F$  sobre las partículas de la sección  $ds$  equilibra a la diferencia de presión osmótica sobre las bases del cilindro, pudiendo escribir

$$nFdx = - dn \frac{RT}{N}$$

y por simple eliminación entre esta ecuación y la precedente

$$D = \frac{RT}{N} \frac{1}{6\pi\zeta\rho}$$

e igualando los dos valores de  $D$ , llegamos a la ecuación de Einstein

$$N = \frac{RT\tau}{3\pi\rho\zeta\sigma^2}$$

que nos permite calcular  $N$  por un camino completamente distinto del de la teoría cinética.

La teoría de Einstein ha sido sometida por Perrin <sup>(9)</sup> al control de la exderimentación y brillantemente confirmada por este insigne físico.

Conocido el número de Avogadro queda determinada la masa molecular absoluta: así la masa de la molécula de  $O$  será

$$\frac{32}{N} = 47.10^{-24}, \text{ la del átomo de } O \frac{1.007}{N} = 1,47 \cdot 10^{-24} \dots$$

La constante de Avogadro y la aplicación de la ley de Faraday en la electrolisis nos conducen a la determinación de la masa elemental  $e$  de electricidad, masa que ha recibido el nombre de *electrón*.

Si en efecto un ión-gramo transporta 96.550 coulombios o sea  $29 \times 10^{13}$  (U. E. C. G. S.), la carga elemental  $e$  será

$$e = \frac{29 \times 10^{13}}{N} = 4.25 \times 10^{-10} \text{ (U. E. C. G. S.)}$$

Rutherford <sup>(10)</sup>, siguiendo el método ideado por Regener ha encontrado para valor de  $e$  midiendo la carga de una partícula  $\alpha$  el número  $4.65 \times 10^{-10}$  lo que daría para  $N$  el valor  $62 \times 10^{22}$ , números que concuerdan de manera sorprendente con los anteriormente obtenidos.

Puede contarse el número de partículas  $\alpha$  emitidas en un cierto tiempo y por ende el número de átomos de helio contenidos en la masa de este gas producida durante ese mismo tiempo; midiendo pues esta masa obtendremos la del átomo de helio, cosa que no ofrece dificultad ninguna, pues bastaría medir el volumen de ese gas a una presión y temperatura determinadas (fórmula conocida). Dewar, Boltwood <sup>(11)</sup> y Rutherford <sup>(12)</sup> han ensayado sobre el radio llegando a la conclusión de que 1 gr. de radio desprende 156 mm<sup>3</sup> en un año lo que da para  $N$  el valor  $63 \times 10^{22}$ .

Recientemente M<sup>me</sup> Curie <sup>(13)</sup> ha hecho la misma medida en el polonio, obteniendo para  $N$  el valor  $65 \times 10^{22}$ .

Una intuición genial de Planck <sup>(14)</sup> permite determinar los elementos moleculares estudiando la repartición de la energía en el espectro del cuerpo negro, es decir, sin hacer intervenir directamente la materia. Supone este físico eminente que la luz es absorbida por *quanta*, es decir *granos de energía*, y encuentra una fórmula comprobada experimentalmente

$$E(\lambda, T) = \frac{8\pi ch}{\lambda^5} \frac{1}{e^{h/r} - 1} \left. \vphantom{\frac{8\pi ch}{\lambda^5}} \right\} r = \frac{R}{N},$$

que da el valor de la energía por cada cm<sup>3</sup> de radiación en equilibrio en función de la longitud de onda  $\lambda$  de la radiación considerada, de la velocidad  $c$  de la luz y de la relación  $\frac{R}{N}$  en que  $R$  es la constante de los gases ( $83.2 \times 10^6$  C. G. S.) y  $N$  el número de Avogadro.

Todas las cantidades que entran en esa fórmula son conocidas o calculables y por lo tanto nos proporciona una nueva medida de  $N$ . Se ha obtenido por este procedimiento el valor

$$N = 64 \cdot 10^{22}.$$

He aquí los diversos valores de  $N$  obtenidos por varios procedimientos.

| FENÓMENOS OBSERVADOS                                    | $N$   |
|---|---|
|   | $10^{22}$                                     |
| Viscosidad de los gases (ecuación de Van der Waals) . . | 62  |
| Movimiento browniano .                                  | { Repartición de las partículas. . . . . 68,3 |
|   | { Agitación de traslación . . . . . 68,3      |
|   | { » de rotación . . . . . 65                  |
|   | { Difusión . . . . . 69                       |

|  |   |  |      |
|--|---|--|------|
| Repartición irregular de las moléculas . . . . . | } | Opalescencia crítica . . . . .             | 75   |
|  |   | Azul del cielo . . . . .                   | 60   |
| Carga de las partículas (en un gas). . . . .     |   |  | 64   |
| Radioactividad . . . . .                         | } | Carga de las partículas $\alpha$ . . . . . | 62,5 |
|  |   | Masa de hielo engendrado . . . . .         | 65   |
|  |   | Masa de radio desaparecido. . . . .        | 71   |
|  |   | Energía radiada . . . . .                  | 60   |
| Espectro del cuerpo negro. . . . .               |   |  | 64   |

El examen de estos resultados causa verdadera admiración; partiendo de fenómenos tan diferentes y siguiendo caminos tan distantes se llega al mismo resultado, este hecho da a la realidad molecular un valor indiscutible.

### EL ELECTRÓN

Hace un momento os hablaba del electrón o carga elemental de electricidad.

La noción de electrón marca un retroceso hacia las antiguas teorías de los fluidos abandonada por los físicos de la última mitad del siglo XIX y substituída por la teoría energética, abandono justificado en parte por el fracaso de la citada teoría al aplicarla a los fenómenos caloríficos y luminosos.

Pero si el calor no se conserva, no sucede lo propio con la electricidad: la estructura granular de la electricidad ha quedado plenamente demostrada, ha logrado aislarse un átomo de electricidad siempre idéntico a sí mismo, dando de este modo a la carga eléctrica el carácter de realidad física que había perdido al abandonar la teoría de los dos fluidos.

Permitidme, señores, que moleste unos momentos vuestra atención exponiendo, siquiera sea sucintamente, el modo como se ha llegado a aislar el átomo de electricidad o electrón.

Los gases, el aire por ejemplo, atravesado por los rayos Röntgen se hace buen conductor de la electricidad, se *ioniza*, produciéndose en su masa centros electrizados o iones positivos y negativos que se mueven en el gas por la acción del campo. La existencia de estos iones se pone de manifiesto por la condensación del vapor de agua sobresaturante, condensación que en este caso aparece bajo la forma de pequeñísimas gotas electrizadas, cuya carga individual puede medirse sin más que comparar las velocidades de caída por la acción única de la

gravidad y en presencia de un campo eléctrico vertical de intensidad conocida. Por este ingenioso método de medida ideado por Townsend y seguido y perfeccionado después por Thomson<sup>(15)</sup>, Wilson<sup>(16)</sup> y Millikan<sup>(17)</sup> se llega a la conclusión de que no solamente la carga *mínima* observada en una gota es siempre la misma, sino que se puede medir directamente la variación de la carga, observándose que su valor es siempre un múltiplo de la carga mínima que varía entre 4 y  $5 \times 10^{-10}$  conforme con el valor deducido por la ley de la electrolisis, quedando así demostrada de una manera palpable la realidad molecular de la electricidad y la identidad del electrón en los electrolitos y en los gases conductores.

Admitida la existencia de los electrones, reciben explicación satisfactoria multitud de fenómenos que sin ella no la tendrían. El fenómeno de Zeemann, en virtud del cual la luz emitida por una llama cambia de color cuando se coloca entre los polos de un imán queda perfectamente explicado en la teoría electrónica; es más, hubiera podido preverse que la 1.<sup>a</sup> y 3.<sup>a</sup> raya del triplete de Zeemann debían estar completamente polarizadas circularmente, hecho que la experiencia ha confirmado de una manera satisfactoria.

Cada átomo de un cuerpo contiene por lo menos un electrón positivo y un electrón negativo. En algunas substancias, particularmente en los metales, el electrón negativo se separa fácilmente del átomo, que unido al otro electrón poseerá una carga positiva. En otros cuerpos por el contrario, el electrón negativo, aunque poseyendo en el átomo cierta libertad de movimiento no puede separarse de él más que por la acción de un gran esfuerzo exterior.

Son estos los cuerpos malos conductores o dieléctricos.

Esta diferencia en la movilidad de los electrones negativos explica, por ejemplo, la gran facilidad con que la electricidad y el calor se propagan a través de los metales. Los electrones negativos libres en un metal se mueven entre los átomos que han quedado neutros o positivos como las moléculas de un gas encerrado en un recipiente, es decir, de un modo completamente desordenado. Si en una parte del metal, la temperatura es más elevada que en las restantes, una cosa análoga sucederá con la velocidad media de los electrones libres. Gracias a su extrema movilidad, aquellos que se hallen dotados de gran velocidad, pasarán a las capas próximas y serán reemplazados por otros de velocidad media menor.

De este modo, las diferencias de velocidad irán desapareciendo, y al cabo de algún tiempo, la velocidad media de los electrones, así como la temperatura serán las mismas en toda la masa del metal. Hay que notar, sin embargo, que el número de electrones negativos, siendo igual al de los positivos, no se observará ninguna acción eléctrica exterior, el fenómeno es de naturaleza puramente térmica.

No sucede lo mismo cuando el movimiento de los electrones no es desordenado, es decir, cuando una causa cualquiera, que ordinariamente se llama fuerza e. m. y que podría también llamarse electronomotriz, solicita los electrones en una dirección determinada. En este caso, se produce en el metal, por los electrones, un transporte de electricidad, es decir, una corriente eléctrica que va siempre acompañada de un desprendimiento de calor. ¿Cómo explica la teoría electrónica la producción del calor que hace brillar las bombillas eléctricas? De una manera bien sencilla: los electrones empujados por la f. e. m. constante que produce la corriente, adquirirían una velocidad creciente si no experimentasen ninguna resistencia por parte de los átomos del metal. Efecto de esta resistencia, la velocidad en la dirección de la corriente es sensiblemente constante, mientras que el movimiento desordenado de los electrones y de los átomos, es decir, el movimiento que corresponde a la temperatura aumenta, produciéndose así la elevación de temperatura a que aludía.

Sería interesante exponer cómo la teoría electrónica explica de una manera satisfactoria el transporte de electricidad en la electrolisis y en los gases, la inducción y todos los fenómenos eléctricos y electroópticos tales como los de Peltier <sup>(18)</sup>, Thomson <sup>(19)</sup>, Hall <sup>(20)</sup>, Kerr <sup>(21)</sup>, Zeemann <sup>(22)</sup>... así como los fenómenos radioactivos descubiertos por Mr. y M.<sup>me</sup> Curie <sup>(23)</sup>, pero la materia es tan extensa que no me atrevo a molestar con ella vuestra atención.

### EL MAGNETÓN

Si entre las armaduras de un electroimán y paralela a la línea de los polos se coloca una barra de una substancia cualquiera, se producen dos nuevos polos en la barra de igual magnitud y de signo contrario. El estado magnético de esta barra queda completamente caracterizado por un vector  $M$  igual al producto de la cantidad de magnetismo de uno de los polos por

la longitud de la barra y dirigido en el sentido del polo Sur al polo Norte; el vector  $M$  puede estar orientado en el mismo sentido que el campo  $H$  o en sentido opuesto. En este último caso, el más frecuente, el vector  $M$  es siempre proporcional al vector campo  $H$ , y la substancia se llama *diamagnética*; en los demás casos el cociente  $\frac{M}{H}$  del vector  $M$  al vector campo puede

ser constante y la substancia se llama *paramagnética* o función de  $H$ , denominándose la substancia *ferromagnética*.

El vector  $M$  ha recibido el nombre de *momento magnético* de la barra.

No se crea sin embargo que estos dos fenómenos *diamagnetismo* y *para* o *ferromagnetismo* puedan ser considerados como términos diferentes de una serie en la que la propiedad magnética cambiase por grados insensibles; son dos fenómenos esencialmente diferentes y esta diferencia resalta sobre todo cuando se estudia la variación de  $M$  con la temperatura; la experiencia demuestra que en una primera aproximación se verifican las siguientes leyes de Curie:

1.<sup>a</sup> El momento magnético de los cuerpos diamagnéticos es independiente de la temperatura.

2.<sup>a</sup> En los cuerpos paramagnéticos el producto del momento magnético por la temperatura absoluta  $T$  es constante

3.<sup>a</sup> En los ferromagnéticos el momento magnético está ligado con la  $T$  por una función más compleja que en los paramagnéticos, pero tal que  $M$  decrece también cuando  $T$  aumenta.

La clásica experiencia de los imanes rotos sugirió a Poisson una teoría muy interesante aplicable al paramagnetismo y ferromagnetismo y según la cual las moléculas de esta clase de cuerpos son pequeños imanes orientados en general uniformemente en todos sentidos, pero que bajo la influencia de un campo exterior tienden a colocarse paralelamente.

Esta hipótesis que explica perfectamente el para y ferromagnetismo no puede aplicarse al diamagnetismo.

Sólo se conoce actualmente un fenómeno que recuerde las propiedades de las substancias diamagnéticas.

Consideremos un circuito de cobre en forma de anillo colocado entre los polos de un electroimán y normalmente al eje: al excitar éste se produce en el circuito una corriente inducida de

dirección opuesta a la del electroimán. Esta corriente equivale a un imán cuyo momento tiene la misma dirección con relación al campo que el de una barra diamagnética; pero existe la diferencia esencial de que la corriente inducida y por lo tanto su momento desaparece con el campo magnético que la produce, mientras que la substancia diamagnética conserva indefinidamente sus propiedades. Resolviase esta dificultad suponiendo que las corrientes inducidas en las moléculas de los cuerpos no encuentran ninguna resistencia, hipótesis que ha sido recientemente confirmada por Kamerlingh Onnes al descubrir el estado *superconductor* en los metales a temperaturas muy bajas, demostrando que la resistencia eléctrica, cualquiera que sea su origen, depende directamente del movimiento de agitación térmica de las moléculas, y en el caso en que este movimiento y con él la noción de temperatura no tengan significación, no hay razón para que la energía de la corriente eléctrica se disipe por el efecto Joule; esto es sin duda lo que sucede en el interior de los átomos.

Ahora bien, se admite que el electrón describe en el átomo una órbita cerrada, comportándose como un circuito cuya intensidad de corriente fuese  $\frac{e}{\tau}$  siendo  $e$  la carga del electrón y  $\tau$  la duración de su revolución; bajo el punto de vista magnético será equivalente a un pequeño imán cuyo momento fuese  $\frac{eS}{\tau}$ , siendo  $S$  el área limitada por la trayectoria del electrón. Según esto, aunque el átomo no contenga más que cargas eléctricas, que es lo único cierto hasta ahora, éstas engendran por sus movimientos pequeños imanes ficticios, orientados normalmente a los planos de las órbitas, y el átomo mismo sería también un imán si la resultante de los momentos de todos sus electrones no fuese cero. Einstein y Haas han demostrado experimentalmente la realidad del origen electrónico del magnetismo.

El momento resultante es diferente de cero tan sólo para los elementos situados en las proximidades de la octava columna de la clasificación periódica de Mendeleef, para las tierras raras y para el oxígeno. Para todos los demás elementos, es decir, en el caso más general, el momento del átomo es nulo, lo que nos induce a creer que los electrones describen sus órbitas unos en un sentido y otros en sentido contrario, siempre que admitamos con Kossel que las órbitas son coplanarias.

Se comprende fácilmente que este equilibrio magnético en el interior del átomo no subsistirá si se le coloca en un campo magnético exterior, por ejemplo, entre las armaduras de un electroimán; así sucede en efecto y Langevin<sup>(24)</sup> ha encontrado una fórmula

$$M = -N \frac{e^2}{12\pi m} (\nu_1 S_1 + \nu_2 S_2 \dots \nu_n S_n)$$

que da el valor del momento aparente del átomo grammo en función de la intensidad del campo exterior  $H$ , de la carga  $e$  y masa  $m$  de un electrón, de los números  $\nu$  de electrones contenidos en las órbitas de áreas  $S$  y del número  $N$  de Avogadro.

El eminente profesor y físico francés Weiss<sup>(25)</sup>, ha calculado el valor del momento  $M$  para los átomos de la mayoría de los elementos paramagnéticos y ha encontrado que todos estos momentos tenían un máximo común divisor igual 1123,5 para el

átomo-grammo y por lo tanto  $18,5 \times 10^{-22} = \frac{1123,5}{N}$  para el áto-

mo real con un error que alcanza el 1 por 100. Weiss creyó que este número podía considerarse como una entidad que interviene en la constitución del átomo y por eso lo llamó *magnetón* sin formular ninguna hipótesis en cuanto a su naturaleza física.

El momento del átomo ha de ser por lo tanto un múltiplo del magnetón; en otros términos, el átomo de un elemento paramagnético debe estar compuesto de un número entero de magnetones.

Las experiencias de Weiss, Pascal<sup>(26)</sup>, Bloch<sup>(27)</sup>, Kamerlingh-Onnes<sup>(28)</sup>, sobre las aleaciones de Niquel y Cobalto y M<sup>lle</sup> Feyti<sup>(29)</sup> sobre los cuerpos paramagnéticos en estado sólido han confirmado la ley de los números enteros de Weiss; pero permitidme que llame vuestra atención sobre los trabajos realizados por dos físicos españoles eminentes: el sabio catedrático Sr. Cabrera y Felipe<sup>(30)</sup>, mi querido y admirado maestro y mi entrañable amigo y compañero Sr. Moles<sup>(31)</sup>, director el primero y ayudante el segundo, del Laboratorio de Investigaciones Físicas, creado y cariñosamente sostenido por la Junta de Ampliación de Estudios.

Partiendo de la ley de Curie

$$\chi_m T = C_m$$

según la cual el producto de la susceptibilidad másica de una substancia paramagnética por la temperatura absoluta es una constante  $C_m$  llamada constante de Curie y teniendo en cuenta que este producto está ligado con el momento magnético de la molécula-gramo (en el caso de que todos los imanes moleculares sean paralelos al campo) por la relación

$$\chi_m T = \frac{\sigma_{m_0}^2}{3R} \quad \sigma_{m_0} = N\mu, \text{ siendo } \mu, \text{ el momento de una molécula.}$$

$R = \text{constante de los gases.}$

se obtiene la ecuación de Langevin

$$\sigma_{m_0} = \sqrt{3RC_m}$$

que permite calcular  $\sigma_{m_0}$  sin más que determinar  $C_m$ , es decir, midiendo la susceptibilidad  $\chi_m$  a una temperatura determinada  $T$ .

Es claro, que conociendo  $\sigma_{m_0}$  bastaría dividir por 1123,5 valor del magnetón, para obtener el número

$$n = \frac{\sigma_{m_0}}{1123,5}$$

de magnetones.

Pues bien, siguiendo este procedimiento los Sres. Cabrera y Moles han encontrado que los iones  $Fe^{III}$ ,  $Ni^{II}$ ,  $Co^{II}$ ,  $Cr^{III}$ , y  $Cu^{II}$ , poseen 29, 16, 25, 19 y 10 magnetones respectivamente. Sólo para los iones  $Fe^{II}$  y  $Mn^{II}$  de los elementos estudiados hasta el presente, el momento no está expresado por un número entero y aun en este caso, las medidas de Kamerlingh y Oosterhain<sup>(32)</sup> efectuadas sobre el sulfato de manganeso cristalizado conducen al número entero 29.

Cada átomo de un cuerpo paramagnético está pues caracterizado por un determinado número entero de magnetones, de suerte que si este número, por una causa exterior cualquiera cambia, es que cambia también la naturaleza del átomo o por lo menos su estructura. Tal es el caso del hierro, entre muchos otros elementos. Calentado el hierro por encima del punto de Curie<sup>(33)</sup> se encuentran para este elemento a diferentes temperaturas, 12, 10 y 20 magnetones correspondientes a las tres clases de hierro:  $Fe_{\beta_1}$ ,  $Fe_{\beta_2}$ ,  $Fe_{\gamma}$ ; una cosa análoga sucede con el níquel que tiene 8 magnetones para temperaturas inferiores a 1200° absolutos y 9 para temperaturas superiores.

Un mismo átomo no posee por tanto un momento magnético único; este toma diferentes valores según las condiciones físicas y químicas en que el átomo se encuentre.

\*  
\* \*

Os vengo hablando, señores, quizá con demasiada extensión, del magnetón y aún no os he dicho cuál es su naturaleza física. ¿Existe el magnetón en el sentido de que el momento magnético elemental resida en un substratum material que posea una masa ponderable? En el estado actual de la ciencia no puede contestarse afirmativamente a esta pregunta. No es posible negar el valor numérico del magnetón, puesto que es resultado de la experimentación, pero no puede deducirse de este hecho la existencia del imán elemental o *grano* de magnetismo correspondiente a ese momento magnético elemental: un electrón que se mueve describiendo un circuito cerrado engendra, como hemos visto, un campo magnético que tiene su correspondiente momento magnético, sin que exista ningún imán material.

Sin embargo, hay muchas razones que abogan en favor del magnetón como elemento constitutivo universal de la materia.

Sabido es que según los trabajos de Balmer<sup>(34)</sup>, Runge<sup>(35)</sup>, Kaiser<sup>(36)</sup>, Rydberg<sup>(37)</sup>, etc..., las rayas del espectro se distribuyen en series y en cada serie esa distribución obedece a leyes sencillas. Este fenómeno presenta gran analogía con los armónicos de una cuerda vibrante: así como una cuerda tiene una infinidad de grados de libertad que le permiten dar una infinidad de sonidos, ¿no podría el átomo por razones idénticas dar una infinidad de radiaciones diferentes? Esta idea tan sencilla y al parecer tan racional ha tenido que desecharse, las leyes espectroscópicas la rechazan.

M. Ritz<sup>(38)</sup>, relacionando el hecho de las series espectrales con la idea del magnetón, supone que el átomo vibrante está formado de un electrón giratorio, y de varios magnetones materiales, colocados en la línea, unidos por sus polos opuestos, siendo el campo magnético creado por estos magnetones el que regula la distribución de las longitudes de onda en el espectro. Sabido es que el espectro del hidrógeno se compone de varias rayas, ¿quiere decir ésto que cada átomo de hidrógeno puede producir todas esas rayas y que da efectivamente una u otra según las condiciones iniciales del movimiento? No, según la hipó.

tesis de Ritz hay varias clases de átomos de hidrógeno que difieren entre sí por el número de magnetones alineados y cada uno de estos átomos da una raya espectral diferente. La teoría de Weiss, según la cual los magnetones deben estar colocados en el átomo sino en línea recta por lo menos paralelamente, parece confirmar o por lo menos apoyar la hipótesis de Ritz y con ella la hipótesis de la realidad material del magnetón.

Por otra parte, si  $\epsilon$  representa la longitud del magnetón, se tiene evidentemente

$$\mu\epsilon = 18.4 \times 10^{-22}$$

y como por otra parte el campo producido por un polo de imán elemental a una distancia igual a la longitud del imán, es decir, en el caso presente, del magnetón es

$$\frac{\mu}{\epsilon^2} = 1,168 \times 10^9$$

se obtiene por simple eliminación de  $\mu$

$$\epsilon = 1,12 \times 10^{-10} \text{ cm.}$$

valor que se halla en contradicción con las teorías de Ritz y Weiss, puesto que estando el diámetro del átomo comprendido entre  $10^{-7}$  y  $10^{-8}$  caben en el átomo un gran número de magnetones.

El electrón cuyo diámetro es aproximadamente igual a  $10^{-13}$  es aún mucho más pequeño que el magnetón.

## EL ÁTOMO

Os he hablado señores, del electrón y del magnetón; cada átomo contiene un número determinado de electrones y de magnetones; el átomo debe por tanto ser un mundo muy complejo.

El átomo real dista mucho del ideado por Demócrito al fundar su teoría atómica. Éste le consideraba como elemento absolutamente indivisible más allá del cual ya no había nada que buscar, mientras que el átomo real no es un elemento, no es indivisible, de tal modo que puede disgregarse en átomos más pequeños como lo prueba la *radioactividad*, que no es en último término más que una perpetua disgregación del átomo.

Si admitimos el modelo atómico Rutherford-Bóhr <sup>(39)</sup>, brillan-

temente expuesto en la revista italiana «Scientia» (\*) por el sabio profesor de Manchester, el átomo estaría formado de dos partes: el núcleo central cargado de electricidad positiva y una región cortical en la que existen el número de electrones negativos necesarios para neutralizar esta carga.

Este número es igual al que expresa el lugar ocupado por el elemento en la serie ordenada por los pesos atómicos crecientes (hipótesis de van der Brock). El núcleo es a su vez un edificio muy complejo, de dimensiones pequeñísimas e integrado por electrones positivos y negativos, cuya organización nos es hasta ahora desconocida.

Bohr completa este modelo suponiendo que los electrones corticales describen órbitas circulares alrededor del núcleo central y que la emisión de cada una de las rayas espectrales se produce cuando uno de los electrones cae de una órbita sobre otra siendo siempre el momento mecánico del electrón (\*) igual a  $\frac{h}{2\pi}$  en que  $h$  representa el quantum de acción de Plank ( $6,6 \times 10^{-27}$  erg. segundos).

El conjunto de todas las órbitas del átomo puede constituir un sistema único o agruparse en varios otros sistemas independientes entre sí en número creciente con el peso atómico del elemento, pero esta cuestión no se halla todavía resuelta, por lo que se admite que las órbitas de los diferentes electrones forman un sistema único coplanario, comparable a nuestro sistema solar, en el que cada órbita contuviera más de un planeta.

«El átomo, dice el eminente sabio francés Poincaré (40), es un mundo complejo; bien es verdad que es un mundo cerrado, o por lo menos casi cerrado y por tanto al abrigo de las perturbaciones que nosotros podemos provocar.

Siendo el átomo un mundo cerrado, las perturbaciones exteriores no tienen ninguna repercusión sobre lo que se pasa en el interior y lo que en el interior ocurre no actúa sobre el exterior; esto no es del todo cierto, pues entonces ignoraríamos siempre

(\*) Scientia (Vol. XVI, 6).

(\*)  $2m \frac{s}{\tau}$   $\left\{ \begin{array}{l} m = \text{masa del electrón.} \\ s = \text{área de su órbita.} \\ \tau = \text{duración de la revolución.} \end{array} \right.$

lo que se pasa en el interior y el átomo nos aparecería como un simple punto material; pero lo que sí puede afirmarse es que el interior sólo puede verse a través de una pequeñísima ventana, que no hay prácticamente cambios de energía entre el exterior y el interior y que por lo tanto no hay tendencia a la equipartición de la energía entre los dos mundos.

La temperatura interna no tiende a ponerse en equilibrio con la temperatura exterior, y es por eso que el calor específico es el mismo que si toda esta complejidad no existiera.

La pequeña puerta que cierra el mundo interior del átomo, se entreabre de cuando en cuando; esto ocurre cuando por la emisión de una partícula de hielo, el átomo se degrada y desciende de un lugar en la jerarquía radioactiva. ¿Qué sucede entonces? ¿En qué se diferencia esta descomposición de las descomposiciones químicas ordinarias? ¿Cuál es la razón para que el átomo de uranio formado de hielo y otra cosa tenga más derechos al nombre de átomo que la semimolécula de cianógeno, por ejemplo, que se comporta como la de un cuerpo simple y que está formada de carbono y de nitrógeno? Es, sin duda, que el calor atómico del uranio obedece a la ley de Dulong y Petit, y que es el que corresponde a un átomo simple; este calor atómico debe duplicarse en el momento de la emisión de la partícula de helio y cuando el átomo primordial se descompone en dos átomos secundarios. Por esta descomposición, el átomo adquiriría nuevos grados de libertad susceptibles de obrar sobre el mundo exterior, y estos nuevos grados de libertad se traducirían en un aumento del calor específico.

.....

El calor específico de los cuerpos sólidos disminuye rápidamente cuando la temperatura desciende; como si algunos de sus grados de libertad se anquilosasen sucesivamente, se congelasen, por decirlo así, o si os parece mejor, perdiesen todo contacto con el exterior y se retirasen a su vez detrás de no se qué recinto en no se qué mundo cerrado».

Voy a terminar.

Mis primeras palabras fueron de gratitud, las últimas serán de ofrecimiento a esta docta Institución. Si al pensar en mí para formar parte de esta Academia, os guió sólo mi entusiasmo por la Ciencia y mi buena voluntad, podéis estar seguros de que

vuestras esperanzas no quedarán defraudadas. Aquí me tenéis, señores Académicos, decidido a trabajar por España en el laboratorio, en la cátedra, difundiendo la cultura, convencido de que este es el verdadero patriotismo.

No se me ocultan las dificultades con que habrá que luchar, de orden material principalmente, ya que nuestros laboratorios de Física se hallan insuficientemente dotados, pero una voluntad firme, dice el ilustre Presidente de esta Academia en uno de sus bellos discursos: «taladra las montañas, sondea los mares y surca hasta distancias portentosas los ámbitos del espacio».

Tengo además fe, porque soy de los que creen que nuestra raza no es inferior a otras, que nada tiene que envidiar a la francesa, y que así como en nuestro vecino y glorioso pueblo francés la cultura científica, principalmente la ciencia física ha llegado a considerable altura, no dudo de que en plazo no lejano podremos hablar de la Ciencia española, con caracteres propios, como hoy se habla de la Ciencia francesa, de la inglesa de la alemana...

A ello contribuirá eficazmente la nueva y acertadísima orientación que se ha dado al cuerpo de auxiliares universitarios; las Facultades podrán escoger entre los jóvenes doctores o licenciados aquellos que revelen una vocación decidida por la enseñanza, rodeándose el profesor de ayudantes entusiastas, permitiéndole dedicarse más de lleno a la investigación que es quizá el principal deber que le impone su elevado ministerio.

Además, el impulso está dado. Si la Ciencia matemática española tiene un campeón, como con gráfica frase retrata Rey Pastor al insigne maestro D. Zoel García de Galdeano, gloria de nuestra Facultad de Ciencias y gloria de España, ya que su nombre ha traspasado las fronteras, también la Ciencia física tiene el suyo, ya habréis adivinado que me refiero al ilustre Catedrático y sagaz e incansable investigador Sr. Cabrera y Felipe. De doce años a esta parte, los estudios físicos, principalmente los trabajos de investigación, han experimentado un desarrollo considerable en nuestra Patria, gracias al talento, a la férrea voluntad y al patriotismo de este gran español, hijo de Canarias, que podía hoy ocupar un puesto preeminente en la política y que ha renunciado a todos los ofrecimientos para dedicarse de lleno a su laboratorio. Permitidme, señores, que des-

de esta tribuna dedique a este insigne maestro y gran patriota, un tributo de afecto, de gratitud y de profunda admiración.

El impulso dado por el Sr. Cabrera repercute en toda España y principalmente en esta hermosa tierra de Aragón, en nuestra Facultad de Ciencias, donde ya empieza a despertarse entre nuestros jóvenes alumnos de Física el espíritu de investigación que se desarrollará intensamente a la sombra de la Academia de Ciencias de Zaragoza.

HE DICHO.



NOTA BIBLIOGRÁFICA DE LAS PUBLICACIONES A QUE  
SE HACE REFERENCIA EN EL DISCURSO

- (1) «Teoría cinética».—*Joule*.—*Phil. Mag.* (4), 14, p. 211, 1857.
- (2) Perrin.—«Les preuves de la réalité moléculaire».—*Société Française de Physique*, 1913, Conférences, p. 5.
- (3) Wiener.—«*Pogg. Ann.*», t. CXVIII, p. 79, año 1868.
- (4) Cantoni.—«*Nuovo cimento*», t. XVII, p. 156, año 1867.
- (5) Jevons.—«*Proced. Manch. Society*», t. XIX, p. 78, año 1879.
- (6) Einstein.—«*Ann. der Physik*», t. XVII, p. 549, año 1905.
- (7) Perrin.—«*Les preuves de la réalité moléculaire*», p. 1 a 54.
- (8) De Gregorio y Rocasolano.—«*Estudios físico-químicos sobre la materia viva*», p. 205, año 1917.
- (9) Perrin.—«*Les atomes*», p. 134, 1914.
- (10) Rutherford.—«*Radium*», t. V, p. 257, 1908.
- (11) Boltwood y Rutherford. «*Radium*», t. V, 1908.
- (12) Rutherford y Geiger.—«*Le Radium*», p. 257, 1908, y Curie, «*Conférences de la Société Française de Phys.*», p. 284, 1913.
- (13) Curie.—«*Conférences de la Société Franç. de Phys.*», p. 286.
- (14) Plank.—«*Revue générale des Sciences*», 15 Nov., 1912.
- (15) Thomson.—«*Passage de l'électricité a travers les gas*», y Olivier, «*Cours de Phys. générale*, t. I, p. 521.
- (16) Olivier.—T. I, p. 520 y 521.
- (17) Olivier.—P. 517.
- (18) Fenóm. de Peltier.—«*Chovolson*», t. 4, vol. II, p. 748.
- (19) Fenóm. de Thomson » t. 4, » II, p. 752.
- (20) Fenóm. de Hall-Olivier.—*Cours de Phys. Gén.*, t. I, p. 667.
- (21) Fenóm. de Kerr-Olivier «*Cours de Phys. Gén.*», t. II, p. 294.
- (22) Fenóm. de Zeeman-Olivier «*Cours de Phys. Gén.*», t. II, p. 233.
- (23) Curie.—«*Conférences Société Franç. de Phys. Gén.*», p. 272. 1913.
- (24) Langevin.—«*Ann. de Chimie et de Phys.*», 8<sup>e</sup> série, t. IV, p. 70, 1905; «*Journal de Phys.*», 4<sup>e</sup> série, t. VI, p. 678, 1905.

- (25) Weiss. — «Journal de Phys.», 5<sup>e</sup> série, t. I, p. 971, 1911. — «Journal de Phys.», 4<sup>e</sup> série, t. IX, 1910, p. 555. — «Les moments magnétique et le magnéton», Conf. Société Franç. de Phys., p. 332.
- (26) Pascal. — «Journal de Phys.», 5<sup>e</sup> série, t. I, p. 977.
- (27) Bloch. — «Thèse», Zurich, 1912.
- (28) Kamerlingh-Onnes. — «Journal de Phys.», 4<sup>e</sup> série, t. IX, p. 555.
- (29) M<sup>lle</sup> Feyti. — «Le paramagnétisme appliqué à l'étude des sels métalliques», Société de Chimie Phys. Paris, 1914, y C. R., CLVI, 886, 1913.
- (30) Cabrera y Felipe. — «Trabajos del Laboratorio de Investigaciones físicas», números 1, 5, 9, 14, 27, 33, 43, y «Anales de la Sociedad de Física y Química» tomo X, p. 316; t. XI, Julio 1913; t. XII, p. 284, 297, 373; t. XIII, p. 256, 512. t. XVI, p. 357; t. XV, p. 199; t. XVI, p. 467.
- (31) Moles. — «Trabajos del Laboratorio de Investigaciones físicas», números 1, 5, 14, y Anales de la Soc. de F. y Q., t. X, XI, XII, XIII.
- (32) Kamerlingh y Osterhain. — «Comm. from. the Phys. lab. of Leiden», números 196 b, 132 c, 139 c, 1912, 1913, 1914
- (33) Weiss. — «Le moment magnétique des atomes et le magnéton», Société Franç. de Phys., 1913, Conférences, p. 345.
- (34) Balmer. — «Wied. Ann.», t. LXXX, 1885; t. XXV, p. 80; t. LX, p. 350, 1897.
- (35) Runge. — «Spectroscopie», t. II, p. 531; «W. A.», t. LXI, p. 641, 1897.
- (36) Kaiser y Runge. — «Spectroscopie», t. V, p. 75; Berl. Ber. 1888-1895; «W. A.», t. XLI, p. 302, 1890; t. XLIII, p. 384, 1891; t. XLVI, p. 225, 1892; t. XLVIII, p. 126, 1893; t. L., p. 293, 1893; t. LII, p. 93, 1894.
- (37) Rydberg — «Rappots prés. au Congrès intern. de Phys.», t. II, p. 200, Paris, 1900; «Zeitsch. t. Phys. Chem.», t. V, p. 227; 1890; «Philos. Mag.» (5), t. XXIX, p. 331, 1890; «Astra Phys. Journ.», t. VI, p. 239, 338, 1897; W. A., t. LVIII, p. 674, 1890.
- (38). — «Ann. de Phys.», t. XII, p. 304; «Phys. Ztschr. t. IV, p. 406, 1903.
- (39) «Scientia», vol. XVI, p. 6.
- (40) Poincaré. — «Les Rapp. de la matière et de l'éther», Société Franç. de Phys., 1913, Conférences, p. 357.

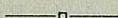
## DISCURSO

DEL

DR. D. ANTONIO DE GREGORIO ROCASOLANO

ACADÉMICO NUMERARIO

EN CONTESTACIÓN AL PRECEDENTE



SEÑORES:

Al honor que la Academia de Ciencias de Zaragoza me hizo, encargándome de dar en su nombre contestación al discurso de ingreso del Dr. D. Jerónimo Vecino, correspondí, aceptando desde luego y con gran satisfacción el encargo recibido, aun estando convencido, de que no podré llegar en mi contestación, a la altura que la Academia y el nuevo Académico merecen; pero un ferviente deseo de servir a la Academia y la leal amistad que profeso al Dr. Vecino, me hicieron aceptar reconocido el honroso encargo de presentaros al nuevo Académico, darle la bienvenida en nombre de la Academia, comentando brevemente algunas ideas de las muchas y muy hermosas que sobre el sugestivo asunto tratado, aparecen en el admirable discurso de mi querido compañero, en el que resalta como síntesis de las ideas actuales sobre la constitución de la materia, que se camina hacia la unidad, hacia la materia única en su esencia, como es lógico que sea, pues una y única es, la fuente divina de que brotó en los días bíblicos de la creación. Unidad y con ella la rica variedad de formas y de propiedades con que la materia se presenta a nuestro estudio, así posee el conjunto de los seres creados, el carácter de suprema belleza.

Ha sido un acierto de esta Academia el designar, con el beneplácito de todos, para ocupar una de las vacantes de la Sección de Ciencias Físico-químicas al Dr. Vecino, que labora entusiasta por el progreso científico de su país en la Cátedra,

cumpliendo su misión docente, y en el Laboratorio, donde además de iniciar a sus discípulos en las bellezas de la investigación científica, da el ejemplo, que es el Maestro por excelencia, de una gran voluntad, puesta al servicio de un ideal, el de elevar la cultura patria, punto de partida, base única en que puede apoyarse toda nuestra futura grandeza, pues por dolorosa experiencia sabemos que la incultura patria es la causa única de nuestro retraso material y moral.

El Dr. Vecino comenzó sus estudios, obteniendo con nota de Sobresaliente el grado de Bachiller, en el Instituto de Huelva, fué alumno de la gloriosa Universidad de París y de regreso a España cursó sus estudios en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Madrid, en la que recibió el grado de Licenciado en Ciencias físicas con nota de Sobresaliente, y con una hoja de estudios brillantísima.

Una vez hechos los estudios correspondientes al Doctorado, quiso el Dr. Vecino ampliar sus conocimientos en las materias que constituían sus estudios predilectos y marchó a Suiza donde trabajando bajo la dirección y en el Laboratorio del Dr. Kovalski, realizó unas interesantísimas investigaciones sobre el método interferencial de la fotografía de los colores, trabajos éstos que fueron la base de su tesis doctoral, y alcanzó tan elevado mérito científico, que mereció no sólo la calificación de Sobresaliente que le otorgó el Tribunal calificador, sino que tuvo el honor de que nuestro Ramón y Cajal, honra de España y esclarecido miembro de esta Academia, hiciera mención, en elogio, de estos trabajos, en su bello libro, *Fotografía de los colores*. Algunos meses después, nuestro nuevo compañero, obtenía tras brillantísimas oposiciones y como Premio extraordinario, el Título de Doctor en Ciencias físicas.

Durante los años 1911 y 1912, hizo el Dr. Vecino, pensionado por la Junta para ampliación de estudios, sus trabajos sobre Metrología, que le han valido una reputación científica envidiable, por la cual, es considerado en nuestro país, como una autoridad en estas materias; en el *Bureau International de Poids et Mesures*, de París, realizó, bajo la dirección de su Director Mr. Guillaume, los trabajos precisos para estudiar termómetros de alta precisión; hizo el estudio completo del metro y decímetro patrón y halló la ecuación de la dilatación del cuarzo en dirección perpendicular al eje, trabajo éste, que publicó en

sus Anales, la Sociedad Española de Física y Química en Diciembre del año 1912.

Por los trabajos citados en los que no hay que ponderar los escrupulosos detalles de práctica que contienen, queda dicho cuán provechosa fué para la cultura del Dr. Vecino, la pensión de que disfrutó, pero todavía fué más aprovechada por nuestro propio país, pues que a su regreso a España, instaló la sección de metrología en el Laboratorio de Investigaciones Físicas de Madrid, que por bien de España dirige el ilustre Profesor Dr. Cabrera, gloria del Profesorado español. En este Laboratorio, la labor de nuestro compañero fué muy amplia, pues hizo el estudio completo de los termómetros de precisión; instaló y comparó dos grandes comparadores de dilatación y de longitudes; instaló haciendo el correspondiente estudio completo, el barómetro Foës, estudió las balanzas de precisión, calculando sus errores, halló la ecuación térmica de cuatro metros patrones, así como el etalonaje de los mismos etc., etc., basta lo dicho para que forméis idea de la utilidad efectiva de las pensiones que el Estado concede, si los pensionados estuvieran inspirados por un amor al trabajo y a su Patria tan intenso como lo mostró el nuevo Académico, que aportó a su país un buen caudal de conocimientos, teniendo la dicha de utilizarlos en bien de la enseñanza patria. Sus trabajos de metrología, los simultaneó con unas interesantísimas investigaciones sobre las mezclas de líquidos que presentan alguna anomalía en su tensión de vapor que fueron publicados en los Anales de la Sociedad Española de Física y Química. Por estos trabajos, mereció el alto honor de ser nombrado miembro del Instituto Científico de Coimbra.

La labor académica del Dr. Vecino continuó tan brillante como se había iniciado, pues en 1914, mediante oposición y propuesta unánime del Tribunal calificador, obtuvo la Cátedra de Física general de la Universidad de Santiago de Galicia, y en 1915 fué nombrado por concurso de méritos para la misma Cátedra de la Universidad de Zaragoza, donde para honra de nuestra querida Facultad da actualmente sus sabias enseñanzas. Además de la Cátedra de que es titular, desempeña por acumulación la de Termología y transitoriamente, por falta de personal en su Sección ha desempeñado la de Electricidad y Magnetismo y la de Acústica y Óptica, atendiendo con labor diaria y constante las clases prácticas de estas enseñanzas.

Completa su trabajo académico, el desempeño de las Cátedras de Física y Termotecnia en la Escuela industrial de Zaragoza.

La impresión que produce la reseña de la labor diaria que sobre nuestro querido compañero pesa, es la de que realiza una formidable tarea pedagógica, que le privará en algunas épocas de ejercer su vehemente vocación por la investigación científica; pero es muy frecuente en este país donde tantos huelgan y cómoda e inutilmente deslizan su vida, que haya otros que compensan este desequilibrio, trabajando demasiado y así frecuentemente vemos que por nuestra mala organización, cuando un hombre laborioso e inteligente destaca del nivel medio, se aumentan sobre él cargos y cargos que distraen su atención en múltiples asuntos, consiguiéndose así fatalmente, que realice una labor máxima con un rendimiento mínimo.

Los discípulos del Dr. Vecino proclaman sus excepcionales condiciones de maestro, que expone claramente y con precisión, las ideas más abstractas: si este concepto no estuviera ya formado, la lectura del discurso que acabamos de escuchar, nos hubiera dado la impresión de que el nuevo Académico es un expositor admirable por serlo de las ideas más difíciles en que actualmente se fundamenta el concepto de la constitución de la materia, y tal complejidad entrafía el asunto porque en el transcurso de estos últimos 20 años, han variado esencialmente ideas que por algunos siglos han prevalecido para explicar conceptos fundamentales sobre la constitución de la materia.

Aquella idea de átomo, indivisible, invariable, intransformable a través de las vicisitudes químicas y químico-físicas por que pasa, ha variado radicalmente; se le supuso resistente a todas las fuerzas conocidas del Universo y origen por sus propiedades intrínsecas de todos los fenómenos naturales; fué concebido por Demócrito como límite de la posible división de la materia, definido por Dalton como un globo pequeñísimo de elasticidad perfecta. En la actualidad, el átomo es un sistema complejísimo, es un agregado de electrones en estado de constante agitación, atraídos por un centro positivo alrededor del cual giran; los trabajos de Weiss deducen como nueva entidad que interviene en la constitución del átomo, la existencia del magnetón, pequeño imán elemental, en cuyo campo se mueven los electrones; con este cambio de ideas, es cierto que se transforman aquellas sencillísimas concepciones del átomo; pero ello ha sido necesario, para que pudieran tener lógica explicación

muchos interesantísimos fenómenos recientemente conocidos. El átomo con su constitución actual complicadísima, como antes con la simplicísima estructura que se le suponía, continúa siendo el elemento de construcción de la molécula; unas veces, presenta carácter de estabilidad, otras se disgrega espontáneamente y por el derrumbamiento del edificio atómico, se manifiestan los interesantísimos fenómenos de radioactividad, cuya interpretación es la más rica documentación de las ideas actuales sobre la constitución de la materia.

Pero hablamos de átomos, decimos que son los elementos de construcción de las moléculas, a éstas, se les considera como partículas físicas y químicamente indivisibles y por moléculas, se consideran físicamente constituidos los cuerpos; estas ideas, se han considerado como hipotéticas hasta hace muy pocos años y se decía que todo ocurría en los fenómenos que la Física y la Química estudia como si las moléculas y los átomos existieran; pero esto no basta, los componentes materiales de los cuerpos, deben tener existencia real, la existencia de la molécula debe ser una realidad, no una hipótesis, y a razonar esta orientación en los modernos estudios de la Química física, dedica el Dr. Vecino, la primera parte de su discurso.

La constante universal o constante de Avogadro, cuyo valor que significa número de moléculas contenidas en la moléculagramo de un cuerpo, ha sido determinado por muy variados métodos, con resultados concordantes y este hecho tiene una importancia teórica enorme, pues de él se deduce como primera consecuencia la realidad molecular. Pero las moléculas cuando constituyen los cuerpos, no están en reposo aparente, sino en estado de movimiento constante que parcialmente representa la enorme cantidad de energía que la materia posee y por el que nos explicamos, por ejemplo, la expansibilidad de los gases, la presión osmótica de las disoluciones, etc., etc. Esta agitación molecular es claro que no puede ser visible directamente para nosotros; ni el grado de perfección de nuestros sentidos ni los actuales medios de investigación, ni principalmente, los medios de iluminación de que disponemos, son suficientes para llegar a declarar por la observación directa, la realidad molecular y la constante agitación de las moléculas.

Si bien es verdad que la observación directa no es posible, no es menos cierto que indirectamente podemos llegar a la evidencia de la realidad molecular y de la constitución cinética de

la materia: como cuando se observa un barco flotante en la superficie del mar, nos damos cuenta de modo evidente de la agitación del agua por los movimientos constantes y desordenados que el cuerpo flotante sufre, así la observación del movimiento browniano de los microscópicos gránulos que forman una emulsión o el de las más pequeñas partículas de los suspensoides, visibles en el campo del ultramicroscopio, nos demuestra la agitación molecular del medio líquido de dispersión en que aquellos gránulos se encuentran dispersos. Por esta elemental reflexión, puede comprenderse la base firme en que se apoyan las ideas de Eistein, a las que Perrin dió una serie de ingeniosísimas demostraciones experimentales por las que se establece la consecuencia de que todos los sistemas dispersos, tienen constitución análoga, pues con anterioridad Van t' Hoff demostró la semejanza en la constitución de los sistemas gaseosos y las disoluciones.

Ya no debe decirse hoy que las reacciones químicas y los fenómenos físicos se verifican como si los átomos y las moléculas existieran, sino que se realizan, del modo que lo hacen, porque los átomos y las moléculas realmente existen con sus actividades y masas características: la idea del átomo y de la molécula, brotó de la mente de un filósofo, pero la ciencia experimental ha podido dar realidad con la fuerza de sus investigaciones a esas ideas, base en la antigüedad, como actualmente, del concepto de la constitución de la materia.

El movimiento browniano, es un fenómeno intermediario por el que nos damos cuenta de la realidad molecular, de la existencia y de la agitación térmica de las moléculas, y de modo análogo la escintilación de las partículas  $\alpha$  emitidas por el radio, cuando estas partículas, que son átomos de helio, se proyectan sobre una pantalla de sulfuro de zinc, fosforescente (espintariscopio) nos hacen visible la realidad del átomo, por el fenómeno de luminiscencia que producen, pues directamente observamos, la trayectoria que al átomo de helio recorre al ser proyectado; y al citar estos hechos, viene a mi memoria el descubrimiento trascendental realizado por el ilustre Miembro de esta Corporación y Profesor de la Sorbona Dr. Henry al obtener impresiones fotográficas a través de papel negro, por medio del sulfuro de zinc, fosforescente (\*), antes que Becquerel reali-

(\*) Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris. T. CXII, p. 312.

zara sus notables trabajos: así nuestro compañero fué precursor de los interesantes fenómenos de radioactividad, gracias a los cuales llegamos a la idea de existencia real del átomo por un fenómeno de intermediario y en cierto modo visible para nosotros.

La realidad molecular, deducida en primer término por las determinaciones de la constante de Avogadro, nos autoriza a denominar pesos moleculares absolutos, a los productos que se obtienen multiplicando el peso de un átomo de hidrógeno que se valora en  $10^{-21}$  mgr. por el número que representa el peso molecular relativo del cuerpo de que se trate.

Se habla del átomo como elemento de construcción de la materia, y fácilmente llegamos a comprenderlo, porque la divisibilidad de la materia ha de tener un límite, ya que es finita en su esencia: pero si consideramos los variadísimos fenómenos eléctricos, desde las sencillas atracciones electrostáticas, hasta los complicados fenómenos electromagnéticos y nos hacemos fácilmente a la idea de que la energía eléctrica anida en la materia, tiene un mayor grado de dificultad, concebir para esta forma de energía, una estructura atómica y definir y estudiar el átomo de electricidad, indivisible, que se denomina *electrón* y que es uno de los elementos esenciales que constituyen el átomo material. El señor Vecino trata en su discurso del concepto del electrón, y con una relativa facilidad nos da idea de su existencia, porque cita los medios por los que ha podido aislarse: la argumentación que emplea es, pues, definitiva, más porque a continuación explica algunos fenómenos que, sin la idea de electrón, no tienen explicación satisfactoria: la fuerza electromotriz, no hace más que ordenar el desordenado movimiento de los electrones en el átomo, los solicita en una dirección determinada, y este hecho trae como consecuencia una corriente eléctrica que puede transformarse en luz, en calor, etc. Ved cómo partiendo de estas ideas, cuyo principio es de una gran dificultad, se llega, una vez que la experimentación las confirma, a las más lógicas y sencillas explicaciones de los hechos que por nuestra propia ignorancia, aparecen muchas veces como maravillosos.

La existencia del electrón, átomo o gránulo de electricidad, se deduce del estudio de la conductibilidad metálica, del de las disoluciones que son electrolitos, del estudio de la luz considerada hoy como formada por ondulaciones electromagnéticas de

determinada frecuencia, de la acción de los campos magnéticos sobre luz polarizada, en los cuales se demuestra que la partícula emisiva tiene una carga eléctrica, etc., etc. El hecho experimental, muchos años hace confirmado, de que las cantidades de electricidad que toman los iones, son invariables, sólo puede explicarse admitiendo que cada ión toma un cierto número entero de estos átomos de electricidad, y así la ley de Faraday, que se refiere a los fenómenos de electrolisis, puede interpretarse de modo análogo a como se interpretan las leyes estequiométricas de la combinación, enunciadas por Proust y Dalton.

Se ha calculado la masa de un electrón por varios autores; especialmente Millikan, observando el movimiento de una partícula electrizada en un campo magnético, ha llegado a deducir para el átomo de electricidad una carga de  $1,59 \times 10^{-19}$  culombios, o sea  $4,77 \times 10^{-10}$  unidades electrostáticas del sistema C. G. S., siendo siempre la carga eléctrica un múltiplo de este número elemental.

Establecida por Langevin la fórmula del momento magnético, calculó Weiss este valor para los átomos de la mayoría de los elementos paramagnéticos, encontrando para todos los valores deducidos un máximo común divisor, que lo considera como nueva entidad que interviene en la constitución del átomo y lo denomina magnetón; es el momento magnético elemental, se le supone un imán elemental y representa en el magnetismo lo que el electrón supone en electricidad.

Antes que Weiss hubiera desarrollado estas ideas, Ritz establecía la hipótesis de que en un mismo átomo existen imanes idénticos susceptibles de orientarse; estos pequeños imanes pueden situarse en fila o paralelamente, sumando sus momentos magnéticos, o bien pueden oponerse por pares astáticos de efecto nulo.

Weiss dedujo como una consecuencia de sus razonadas hipótesis, que los átomos deben contener un número entero de magnetones y la determinación de estos números que constituirán una demostración experimental del desarrollo teórico de las ideas de Weiss, es problema lleno de dificultades, pero interesantísimo, para fundamentar este aspecto de la cuestión. Afortunadamente para nosotros, por esta vez la investigación científica española, ha producido la demostración concluyente de la ley de Weiss: dos profesores españoles ilustres, por su extensa pro-

ducción científica y verdaderos patriotas en el sentido de mayor perfección que puede darse a esta palabra, el Dr. Cabrera, que honra desde su fundación a esta Academia, porque a ella pertenece, y el Dr. Moles, han llegado a determinar partiendo de la ley de Curie, el número de magnetones que poseen los iones  $Fe''' Ni''' Co'' Cr''$  y  $Cu''$  según la referencia que de este trabajo habéis escuchado, por la lectura del discurso del Dr. Vecino. La Academia de Ciencias de Zaragoza, siente una íntima y legítima satisfacción por el triunfo de nuestro sabio compañero Dr. Cabrera, quien mereció una expresiva felicitación de Weiss por haber dado el firme sostén de la comprobación experimental a su ley, llamada de los números enteros.

Todavía se tratan en el discurso del nuevo Académico asuntos de tan alto interés científico, como los que se derivan de la fórmula encontrada por Planck en 1901, al estudiar la composición de la luz emitida por un cuerpo negro, fórmula que impone nuevas ideas sobre los fenómenos periódicos; y siendo preciso admitir variaciones discontinuas en la energía, admite Planck que estas variaciones se realizan por *quantas* iguales, de tal modo, que cada oscilación contiene siempre un número entero de átomos de energía. Estas ideas son susceptibles de un hermoso y fecundo desarrollo, pero lo expresado por el Dr. Vecino, mucho mejor que lo que yo pudiese decir sobre este asunto, os habrán dado la impresión del problema enorme que está resolviéndose al establecer las nuevas ideas sobre la constitución de la materia.

Convirtiendo la Ciencia en sacerdocio, utilizando como arma de combate toda la fecunda labor pedagógica que en la Cátedra realiza, y tomando la investigación científica como bandera entre cuyos pliegues se cobijan los discípulos iniciados en estas hermosas disciplinas, nuestro compañero desde hoy Dr. Vecino, viene a esta Academia, en la plenitud de su vida científica, dispuesto, ya lo habéis oído en sus sentidas manifestaciones, a cooperar en nuestras tareas.

Por encargo vuestro y en vuestro nombre, señores Académicos, ocupo para honra mía esta tribuna dando la bienvenida al elegido y tributándole el sincero testimonio de nuestro fraternal afecto: pero es muy justo que exprese también y con ello creo interpretar los sentimientos de todas estas distinguidas personas a las que agradecemos su asistencia a este acto; mi felicita-

ción a la Academia de Ciencias de Zaragoza que cuenta desde hoy con la valiosísima colaboración que ha de prestarle con su cultivado talento, quien desde ahora ostentará en su pecho el noble distintivo de esta Corporación.

Nuestros ideales están muy altos, pues aspiramos a elevar el nivel cultural de nuestro país: por ellos, encontramos siempre generosa, la ayuda de los que laboran en las diversas manifestaciones de la Ciencia, la encontraremos también, no hay que dudarlo, en los que por los medios de que disponen pueden ayudarnos de modo eficaz al desarrollo de nuestras iniciativas y así nuestra Academia será vigorosa y floreciente, encontrando sin duda alguna facilidades para recorrer su camino, y esto ocurre así, señoras y señores, porque estamos al servicio de una buena causa, cual es, el engrandecimiento moral de Aragón que tiene que ser un importantísimo factor para el engrandecimiento de nuestra Madre España.

HE DICHO.

---

## DISCURSO

LEÍDO POR EL INGENIERO

**D. CARLOS MENDIZÁBAL BRUNET**

EN EL ACTO DE SU RECEPCIÓN EN LA

ACADEMIA DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICO-QUÍMICAS Y NATURALES DE ZARAGOZA

EL 4 MAYO DE 1919

---

SR. PRESIDENTE:

SEÑORAS Y SEÑORES:

Debo empezar manifestando, muy concisamente, sincera gratitud a cuantos me escuchan. A todos y en especial a quienes aquí han venido no por deberes reglamentarios, sino traídos o por afecto personal o por el interés que les merece el tema de que voy a ocuparme.

He de hacer también una promesa que cuantos me conocen esperarán que cumpla: la de ser sincero, secamente sincero. Suaves eufemismos, delicadas anfibologías, no son lenguaje de ingeniero ni cuadran en una Academia de ciencias, a donde solamente deben venir asuntos estudiados a fondo, para ser expuestos con escueta claridad científica. Si soy de ello capaz, me propongo hacerlo.

Por ello, luego de manifestada mi gratitud y hecho ese voto, he de presentar a mis oyentes disculpas previas. Mi tema es por necesidad desagradable, y las condiciones de carácter y dialécticas de su expositor no son, ciertamente, capaces de suavizar sus esperanzas. En los tiempos difíciles—y los nuestros lo son—es menester desatender lo grato y dedicarse a lo útil, como el trabajador prescinde con su mesa de ciertas delicadezas luculianas, ¡feliz si alcanza ver en ella abundancia de manjares saludables, aunque toscos! Quédense allá, para tiempos mejores, los artistas. Nuestros tiempos requieren que seamos todos, con los brazos o con el cerebro, artesanos. Y la mano del artesano siempre es áspera.

Hace casi 19 siglos una voz divina nos trajo reglas infalibles de conducta: pero al dictarlas ya predijo que no traían la paz, sino la espada. No el sosiego, la nirvana de un Edén, sino la lucha de esas eternas verdades contra la resistencia tenaz de las humanas concupiscencias. No han sido esas dulces verdades abstractas quienes han gobernado la grey humana: han sido unos pocos hombres erigidos en poder, en general tiránico, que llevando en la mano la espada, o la cruz, o el cheque, han fustigado a sus gobernados con lo que debiendo ser timón convirtieron en azote. Los azotados, de tiempo en tiempo, se revuelven; y eso, que en los tiempos feudales se llamó «jaquería», en el siglo XVI «protesta» y en 1871 Commune, en el siglo XX se llama bolchevismo. Su actuación siempre fué parecida, porque su causa es única: es el olvido de la verdadera doctrina de Cristo. Y no sólo por la plebe, sino también por muchos que fingien practicarla con ritos vacíos y con esa pseudo-caridad que sale ostentosa del bolsillo, acaso aplaudiendo las brutales proezas de un torero, o entre las vueltas lascivas del tango y del fox-trot, no brotando ardiente y silenciosa del fondo del corazón como la predicó Jesús.

Hoy atravesamos una de esas crisis, y no han de sobrar los esfuerzos de todos para conjurarla, Los que nos hallamos en medio, entre los trabajadores por antonomasia y las clases donde se vive y se goza sin trabajar; los que sometidos a rígida disciplina mental hemos dedicado lo mejor de toda una existencia a relacionar causas y efectos, podemos ver y debemos decir la verdad de lo que está ocurriendo a quienes no la ven, sea por lo que fuere. Mejor para ellos, si somos escuchados; y cuando no lo fuéramos siempre nos quedará la noble satisfacción que da el deber cumplido.

Yo no soy pesimista... ni aun ahora, viendo dar a la Humanidad hacia atrás este paso gigantesco; ni aun al ver sentenciar a muerte al pueblo que a todos enseñaba el camino de la Ciencia y del Trabajo, según reconocían, antes de ser arrojada nuevamente la Verdad dentro de su pozo autores tan patriotas, pero tan sinceros, como los franceses Gustavo Le Bon, Víctor Cambón y Julio Huret, como los ingleses Heriberto Wells, Norman Angell y Bernardo Shaw; como siguen confesándolo, aun después de obliterada la Verdad, los dos últimos. Ocasión es esta propicia para creer que hemos vuelto a los albores odiosos de la Edad Media, para desalentarse viendo qué cosas se

hace arder a trueque de quemar al Miguel Servet, del siglo XX. Y, eso no obstante, yo no soy pesimista. Es áspero el campo donde mi discurso va a moverse; áspera tiene que ser mi exposición, y por ambas cosas pido vuestros perdones nuevamente. Mas en ese campo hay semillas, brotes de esperanza que debemos y podemos cultivar, para que nos den frutos de paz cristiana, que están a nuestro alcance y que sazonarán, si lo queremos. Pero es preciso tomar, como Cristo, la cruz, y seguirle. Seguirle en todo: de palabra y de obra. «Ora et labora», nos dijo y nos enseñó con el ejemplo. Cristo, antes de ser admonitor fué carpintero, y con sus manos, El, que pudo nacer en cuna regia, ganó su pan y el de su Santa Madre.

Y labor de artesano, de humilde trabajador—para los suyos siempre, ahora en pro de la paz social—, es lo que voy a exponer ante vosotros.

\*  
\* \*

Las costumbres lógicas acaban cuando persisten, cristalizando en Leyes, Estatutos o Reglamentos, con fuerza de obligar. Esto es, en la ocasión presente, causa de algo bien ajeno a mis aptitudes, si alguna tengo; es causa de que haya de emitir públicamente ideas propias ante una entidad respetabilísima y ante la ilustre concurrencia congregada para un acto sobrado desproporcionado con lo que a él puede aportar quien, bien ayuno de méritos, tiene que desempeñar en él papel que los requiere.

La agrupación de actividades científicas afines, para su mutuo cultivo y desenvolvimiento, es el origen de las Academias de Ciencias, cuyo nombre y apellido bastan para definir su objeto y para señalar el alto provecho que su existencia significa: y hasta sobra el nombre para comprenderlos cuando se sabe qué esclarecidos varones componen ésta. De cierto una de sus pocas equivocaciones ha sido el llamarme a colaborar en sus trabajos.

Estas Asociaciones, dedicadas a facilitar y fomentar la colaboración de actividades afines, aprovechan lógicamente cuantas ocasiones hay para ello favorables. Y el indispensable acto de cortesía que requiere la recepción de un colaborador nuevo quieren que éste lo utilice—sin limitarse a manifestaciones, gratas y nada más de mutua deferencia—poniendo desde luego a disposición de sus nuevos compañeros, y aun a la de una selec-

ción a ese acto invitada, los recursos de su mente, donde puedan hallar quienes le escuchen nociones originales, atisbos nuevos y provechosos acerca de aquellas ciencias a las cuales dedicó el neófito preferente actividad. Nada más razonable que esos, más exigencias reglamentarias, requerimientos afectuosos, testimonios de honrosa confianza en las luces mentales del nuevo compañero, y legítima impaciencia, noble curiosidad de cuáles sean los datos que sobre los puntos en que se haya especializado van a recoger quienes le escuchen.

Esa es la regla general que, como todas, adolece de excepciones; y, desgraciadamente para mí y para quienes me oyen, soy una de ellas. Creedme, que no son mis palabras ese manto de usual modestia que, imperfectamente a veces, suele cubrir un fondo de auto-valoración; conocimiento exacto en ocasiones de propias envidiables cualidades. Procuró conocerme, y sé por ello que Dios, al darme, como a todos sus hijos, el destello de su luz que se llama mente humana, no puso en la mía cualidades que admiro en otras, y que desarrolladas en labor tenaz dan al cabo sazonados frutos merecedores de aparecer en canastila de galanas frases, en el festín platónico que renueva una Academia científica cuando sus miembros acuden a gustar esos frutos del saber, aprendiendo algo que hasta entonces ignoraran, o mejorando el conocimiento que alcanzaran ya de ello.

Y esta mi situación, que de buen grado reconozco y confieso, me pone ante dos dificultades graves. La primera es la que hallo para expresar adecuadamente a esta docta Corporación mi gratitud, que es grandísima, tan grande como lo que más la motiva, como mis inmerecimientos. Desisto de encarecerla, por lo tanto, y dejo el aquilatarla a vuestro juicio.

Y es la segunda, más grave todavía, el acertar con tema que estando a mi alcance merezca, no por mi deficiente exposición, sino por valor intrínseco, el alto honor de seros presentado y de ser glosado ante quienes me escuchan. Era grave la dificultad ya dicha; pero ésta segunda, en verdad, la he creído en ocasiones invencible totalmente para mis flacas fuerzas.

Es amplia la razonable libertad que se concede a quien se halla como ahora yo, en estas calzas prietas. Pero como todas las libertades, ésta debe ser condicionada por algo que solamente consienta de ella hacer buen uso. Y este buen uso aquí ha de consistir en tratar, precisamente, sobre temas congruen-

tes con los fines harto definidos de una Academia de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales.

Esos cuatro adjetivos me daban hecho el marco donde debe encerrarse mi tema para que me sea lícito adoptarlo. Y su examen, cuanto más detenido era, aumentaba más mi desaliento.

Nada, sin duda, tan elevado y atrayente como la ciencia Matemática, sendero escabrosísimo y sublime que la mente recorre para alzarse a cimas agrestes y vertiginosas donde nada florece, desde donde se contempla, veladas por mágica niebla, todas las prosaicas realidades de la vida, y donde el escogido explorador que las alcanza se dice, satisfecho, que realizó lo todavía por nadie realizado.

Pero esos alpinismos del espíritu requieren singulares facultades otorgadas a pocos, y que poquísimos logran desarrollar mediante severa disciplina de atleta psíquico. En mi carrera, fundada sobre la Matemática, hube ciertamente de saludarla, y el Cálculo infinitesimal causó, siete lustros ha, no pocas torturas a mi cerebro de adolescente. Pero, sea incapacidad nativa, sea insensibilidad para las bellezas de esas espinosas enseñanzas, cual estómago sobrecargado de alimentos delicados, pero abundantes en demasía, lanzó de sí mi mente, en cuanto ya no la reprimió la amenaza de un suspenso, gran parte de lo tan laboriosamente deglutido, quedándose — y gracias que pudo conservar eso —, con modestas nociones, suficientes a lo sumo para seguir las demostraciones, para profundizar el espíritu de leyes que en Mecánica, en Termodinámica, en Electrotecnia, requieren el manejo del Cálculo infinitesimal en sus aplicaciones más humildes. Después he sabido que en establecimientos docentes extranjeros, y en alguno español que les imita, lejos de dar a los futuros ingenieros esos festines de alto cálculo, solamente les brindan modestas pitanzas, casualmente coincidentes con lo que yo he logrado retener de aquellas científicas bodas de Camacho a que me convidaron, en Guadalajara, mis profesores. Lo cual quiere decir que esos alumnos no merecerán, andando el tiempo, como yo no merezco, ser miembros de Academias de Ciencias Exactas. Huelga decir, pues, que resultaría en mí obstrepero el intentar valerme de esos residuos de borrosos conocimientos para hablaros de lo que se llama Ciencia Exacta, antonomásticamente.

Otro tanto me ocurre acerca de las Ciencias Físico-Químicas. Ni la enseñanza que antaño recibí de ellas me condujo a cimas

doctorales, ni me ha sido posible seguir a esas Ciencias en la rauda carrera que, de 1880 acá, particularmente, han emprendido. Gracias si, para utilizarlas en mi actualidad como ingeniero, he sido capaz de mantenerme a distancia de ellas no muy remota, que me permita conocer esos progresos, y utilizar lo que dejan caer, con desdén casi, para que de ello usemos quienes nos dedicamos a las prosaicas realidades de la industria.

Y, ¿qué diré de las Ciencias Naturales? La nube de insipien-  
cia que agrisa mi mente en lo que a las anteriores disciplinas  
toca, aquí toma el color de la tinta más densa que jamás llegara  
de la China. Siempre lamenté mis deficiencias, pero jamás como  
esta en el momento presente, pues acaso ninguna rama del  
humano saber puede resultar para un auditorio cual el que me  
oye atractiva en el grado que iguale al interés que merece  
v. g., el estudio de la inervación de un gasterópodo o del apa-  
rato circulatorio de un anélido. Nada digo de la Paleontología,  
de la cual un sabio disertado sacaría cuadros arrebatadores, des-  
criptivos de lo que fueron, millares de siglos ha, los albores de  
la vida; con la tranquilidad, por otra parte, de que aun cuando  
incurriese en deslices biográficos no había de presentarse aquí  
—afortunadamente para los nervios de sus lindas oyentes—en  
son de reclamaciones o querellas, diplodoco alguno.

He cerrado, como veis, el marco que resplandeciente rodea  
vuestro título, y me he quedado fuera; y, sin embargo, mandan  
vuestros Estatutos, por mí acatados, que obre cual si estuviese  
dentro. ¿Hase visto ingeniero alguno en conflicto semejante?

El honroso apelativo que acabo de usar me proporciona el  
vislumbre de una solución. Es indudable que esta Academia, al  
llamarme espontáneamente dentro de ese imponente marco, no  
me ha llamado por hombre de Ciencia, ya que a todos consta  
que no lo soy. Luego, si me ha llamado, por ingeniero habrá  
sido, y, sin deformar, sin pentagonalizar, lo cual fuera irreve-  
rencia extrema, vuestro marco, cabe adicionar a sus lados rea-  
les un quinto lado imaginario, el cual os dirá nuestro ilustre  
Presidente que puede tener un valor tan efectivo cual el más  
real de los restantes; y en ese marco cabremos ya los ingenie-  
neros. Y como no es, ciertamente, la osadía el menos acentua-  
do de mis defectos, osadamente doy por hecho lo supuesto, y  
creyéndome ya con ello en vuestra muy honrosa compañía, voy  
a ver si hallo tema que me permita cumplir por mal que sea, los  
deberes contraídos con vosotros.

Tema de Ingeniería debe ser, pues, el escogido. Pero puesto a saltar barreras y ensanchar campos, no es cosa de pararse, que aumento de movimiento significa aumento de vida. La Ingeniería, campo donde me siento menos cohibido que en los anteriormente señalados me daría, tal vez, temas asemejados a los de la Ciencia pura; mas acaso tales asuntos no lograsen el único valor que pudiera tener, si alguno tiene, el tema que voy a presentaros. Valor de actualidad; sería, casi alarmante, por las circunstancias en que vivimos, pero valor que recomienda el que sea ese tema expuesto aquí, ya que no he ocasión de exponerlo ante una Academia de Ciencias Sociales.

Voy, pues, a ocuparme del papel que debe desempeñar «El Ingeniero ante la Evolución Social Moderna»

Plegue a Dios que ante las letras que componen la palabra Evolución no resulte al cabo necesario colocar una letra más. La Humanidad vive actualmente tiempos difíciles, que deben ser graves, austeros...

\*  
\*  
\*

He leído recientemente un curioso cuento de Queiroz, titulado «Adán y Eva en el Paraíso». En él describe con erudición... e imaginación de paleontólogo la vida angustiosísima de nuestros primeros ascendientes, rodeados de dificultades y peligros que ya les permitía ver, más claramente cada día, su naciente criterio; el cual, en cambio, apenas empezaba a proporcionarles defensa contra riesgos ni tranquilidad ante sobresaltos.

Aquel boceto de la Humanidad fué el óvulo informe de donde ha procedido, mediante un proceso evolutivo vasto y complejo, cuanto el hombre hoy realiza y posee, a veces tan bello, tan noble en ocasiones.

De cuantos numerosísimos factores intervienen en esa integral inmensa que se llama el progreso humano es el Benjamín, seguramente, la Ingeniería. Pero como si quisiera resarcirse del retraso ha corrido de tal modo, que si no el primero de esos factores uno de los primeros, indudablemente, es hoy. Todos los demás son antiquísimos: la Religión nació con el hombre, ya fuera creado como tal, según la literalidad del Génesis, ya resultara de una evolución biológica, esencialmente completada con la *creación* de un alma inmortal, racional, responsable y religiosa. La Guerra nació en las manos de Caín; la Legislación en el Sinaí y en el Código de Manú; la Filosofía y la Ciencia

pura en la India y en Grecia; la política en el *Agora* ateniense y en el *Forum* romano. Y todas esas influencias obrando simultáneamente sobre el hombre le transformaron y definieron, llevándole hasta el estado político, científico y social en que le hallamos en los albores del siglo XIX; estado del cual, si no hubiese aparecido entonces ese Benjamín del progreso, no hubiera pasado la Humanidad, ciertamente. Los dos grandes inventos del siglo XIV, la Brújula, con sus consecuencias sobre la navegación y sobre los descubrimientos del globo, la Pólvora, con sus enormes derivaciones políticas, que derribando el feudalismo dieron pujanza a las monarquías y existencia política al pueblo, no tuvieron, ni hubieran tenido nunca, grandes consecuencias económico-sociales, y bien lo prueba el ciclo de guerras, el barajar incesante de fronteras que cubre la historia de cuatro siglos, del XV al XVIII sin que la vida económica y social de los pueblos experimentase alteración ni progreso alguno.

Pero otros dos inventos, que afectaban no al hombre-materia, sino al hombre-espíritu, vinieron a ser labor y simiente para el magnífico desenvolvimiento industrial que tocaba presenciar a los que hoy vivimos, y para sus enormes consecuencias económicas, raíz de vastas transformaciones sociales. La Imprenta del siglo XV, y la Matemática superior del XVII fueron las precursoras de la Ingeniería, nonnata hasta fines del siglo XVIII. La Imprenta sacó de su raquitismo a millones de mentalidades antaño infecundas, y las robusteció con alimentación cerebral adecuada y abundante; la obra magnífica de Leibniz y de Newton, el Cálculo infinitesimal, proporcionó al hombre la herramienta mental indispensable para alzar el edificio de la Mecánica, de la Termodinámica, de la Electrotecnia, de las conquistas más valiosas del espíritu humano. La Arimética de los indios, la Geometría de los griegos y el Algebra de los árabes eran incapaces de conducir a esa fecundísima indagación de las relaciones de función y derivada, de causa y efecto, que existen entre la curva y su tangente, entre velocidad y aceleración, entre calor y entropía, entre todas las complejas funciones que definen los fenómenos eléctricos; indagación que al cabo ha conducido al descubrimiento de leyes naturales ignoradas forzosamente por quienes carecieron del ultra-microscopio de la cantidad, que es el Análisis diferencial y del constructor prodigioso, que con granos de arena eleva montañas, el Cálculo integral.

Dotados los hombres de esos instrumentos de inquisición, eficaces cual nunca los tuvieron, así como el ciego de nacimiento al cobrar la vista no se sacia de contemplar el Universo, y de escudriñar hasta el último detalle de cuanto descubre, así los hombres de ciencia, más numerosos y curiosos cada día, sometieron a revisión todos los conocimientos humanos, fruto hasta entonces de continuos tanteos; empezaron a resolver científicamente cuantos problemas lo fueran empíricamente hasta entonces, y al fin pudieron lanzarse a lo que jamás osaran, a trazar a los astros sus verdaderas rutas, a pesarlos a distancia de millones, de billones de metros, a descubrirlos con la pluma, sin haber de aplicar un ojo a un telescopio. Y en nuestros días, a escudriñar la constitución íntima de la materia, a vislumbrar con la mente entidades que jamás verán nuestros ojos, en los cuales el menor filamento nervioso, el bastoncillo más tenue es inmenso comparado con la imagen de la molécula, y nada digamos del átomo y del electrón... si existe. Entidades, eso no obstante, que son los cimientos de los mundos, y son la esencia de las formidables energías que inundan el Universo.

Volviendo la espalda a ciertas pseudo-ciencias antiguas, y especialmente a disquisiciones bizantinas y a escolasticismos medioevales, fué desde un principio carácter de esos nuevos rumbos mentales del hombre el dirigirse hacia las finalidades prácticas; y las ciencias aplicadas, que desde hacía siglos languidecían, sin más elementos de trabajo que máquinas tan toscas como la Matemática en que se fundaban, bruscamente se hallaron dotadas de nuevos elementos, empezaron a contar con auxiliares más numerosos y perfectos; más potentes, más capaces de elaborar siervos mecánicos, con los cuales va dominando el hombre, cada día mejor, los obstáculos que la Naturaleza opone a su existencia o a su desenvolvimiento.

Y así nació la Ingeniería.

Nació sana, creció rápidamente y vive robusta. Y así como escolásticamente se disputaba en la Edad Media qué fuera antes, si el huevo o la gallina, cabría preguntar: ¿quién ha desarrollado a quién, los ingenieros a la Ingeniería, o la Ingeniería a los ingenieros? A lo cual procede contestar que ambos proceden de ambos, por fecunda reacción mutua. A medida que cerebros esclarecidos labraban las dovelas de la Ciencia pura, iban tomádoles otros cerebros y formando los arcos audaces de la Ciencia aplicada, para pasar por ellos a feraces tierras

vírgenes; para realizar el último término de la serie famosa de Linneo «Perficere multos inventos». La evolución ha sido rápida; pocos decenios contaba el siglo XIX cuando ya existía una palanca nueva y poderosa para mover el mundo, la Ingeniería, creadora de todas las maravillas de la Industria y de la construcción modernas; y una corporación, cabe decir, una casta, de obreros mentales para manejarla, los ingenieros.

\*  
\* \*

La situación por éstos ocupada en la sociedad moderna es nueva, como lo son sus razones de ser. Digo que es nueva la situación, la actuación social del ingeniero, porque en forma que la distingue de las demás vienen a converger en él para que las relacione y armonice, tres corrientes de agentes bien distintos, bien heterogéneos, a veces enemigos entre sí: las verdades científicas que aplica, el trabajo humano que dirige y el capital que maneja.

Esta situación relativa de riqueza-capital, ingeniería y trabajo cabe asimilarla a la de una familia compuesta de tres personas que forzosamente han de convivir: madre, hija... y yerno. Con lo cual queda dicho que la primera es suegra. Se dice (no tengo datos para juzgar si con razón o sin ella), que la mamá es a veces avarienta, descontentadiza, propensa a encontrar que el tercero nunca cumple satisfactoriamente su deber. Se afirma, con razón tal vez, que en ocasiones el tercero manifiesta impulsos de echar los pies por alto, y que siente antipatías instintivas hacia su respetable mamá política. Y a la esposa toca la noble misión de, colocada entre esos defectos, atenuar para cada uno de los seres queridos los que pudieran herirle del otro; poner en relieve las buenas cualidades de cada uno —evitando cuidadosamente comparaciones, siempre odiosas, y en esos vidriosos grados de parentesco más—, y tratar de utilizarlas para el bien común. Claro es, que el hogar donde ambos extremos del tercero tienen sus defectos respectivos (y, ¿qué ser humano carece de ellos?), y donde eso no obstante, reina paz y bienestar, es hogar donde hay una mujer de buen talento, conocedora del arte de vivir entre las gentes, acaso preparada por un serio examen de casos desgraciados para evitar que sea esa familia un caso más.

Pues bien: esa es hoy la misión del ingeniero, propiamente dicho. Su misión social, la cual es por ahora la única que con-

sidero, prescindiendo de su misión técnica, también alta, también interesante, pero acaso no tanto, con ser la que ordinariamente se le supone, como esa misión... de casada discreta, que navega felizmente entre la Scilla y el Caribdis que en la vida llamamos suegra y yerno.

Tal vez la misión técnica del ingeniero fué la predominante medio siglo atrás: cuando la industria naciente, rápidamente desarrollada, llamaba a sí legiones de trabajadores, que llegaban de los campos dispuestos a no regatear su labor, y a tomar, mientras viesan cubiertas sus muy escasas necesidades materiales, lo que buenamente por su valor quisieran darles. Esos trabajadores traían en el alma impreso el sello que siglos y siglos de terruño, de gleba, estamparan en incontables generaciones de ascendientes suyos, que primero fueron esclavos, luego siervos, después vasallos, al cabo hombres nominalmente libres, y siempre cultivadores encorvados sobre lo que justamente se ha denominado la ingrata tierra. Habitados a trabajar para señores a quienes acaso nunca vieran, a contentarse, como sus bestias, con tener vivienda y alimento, no mucho mejores que un pienso y una cuadra, no comprendían siquiera, esas primeras generaciones de obreros industriales, que cupiera en seres humanos tener necesidades mayores ni exigencias más altas y, es claro, valiéndome de un símil vulgar, mientras no lloraron no mamaron. No exagero al pintar el cuadro, ni al afirmar que sus tonos sombríos han obscurecido todavía nuestros tiempos. Ese estado de cosas, cuando a fines de 1890 llegué a Bilbao, estaba recientísimo en las minas de hierro. Las formidables huelgas de ese año habían hecho acudir para mantener el orden a las tropas de la actual primera región, mandadas por el general Loma, y éste, al enterarse de las condiciones en que aquellos ilotas del siglo XIX vivían, mientras ganaban millones para sus amos, dijo a estos que se retiraría con sus tropas si, inmediatamente, no se devolvía a los mineros la condición de hombres, empezando por pagarles en metálico, no en contraseñas que solamente eran admitidas en las cantinas y casas de dormir regidas por arrendatarios de los amos. En esas condiciones, huelga decir que la remuneración del trabajo era consumida totalmente en pagar cuadra y pienso.

No hace de esto aún 30 años. Entonces al ingeniero tocaba solamente ser técnico, dirigir el trabajo de las máquinas, ya que para dirigir el de los hombres había cabos de vara, papej

que repugnaba al ingeniero, a quien tocaba en hartas ocasiones ser testigo impotente de atropellos a los cuales estábale vedado imponerse. Era su papel, en mi símil, el de una mujer hija de opulenta madre y casada con un marido garrumino, que dice amén a cuanto, tuerto o derecho, manda la suegra. Esa casada puede sin inconveniente dedicarse a lo que en su esfera social sea más de su gusto: a emperifollarse, al visiteo, a escribir; pero en ningún caso a mantener armonía entre dos que no han de reñir por ser el uno incapaz de pensar siquiera en ello.

Pero al cabo de 30 años casa una hija, y trata, puesto que eso aprendió en cátedra doméstica, de que su hijo político desempeñe el mismo papel, no muy varonil, que antaño tocó a su marido; y halla que su yerno es de muy otra especie. Que ha pasado en su vida por contrariedades y luchas que han templado —y agriado— su carácter, que no es ya un ignorante... y que no solamente está dispuesto a resistirse a imposiciones, sino a tomar en ello iniciativas, injustas acaso, en póstumo castigo de injusticias pretéritas impuestas a su suegro, cuya historia conoce. No hay más que un medio para evitar un desastre doméstico, el que antes indiqué: es preciso que la esposa tenga el talento de ejercer esa doble imposición que solamente puede proceder de una indiscutible superioridad moral. Esa es, hoy, la situación y la misión del ingeniero... propiamente dicho.

Son en la industria imprescindibles el trabajo y el capital. Es preciso el primero para manejar los instrumentos, más numerosos y complejos cada día, que han de satisfacer las necesidades, sin cesar crecientes, de una sociedad más y más refinada. Es, asimismo, menester el capital para adquirir esos elementos de trabajo y los materiales que han de ser transformados, y para atender a los gastos de la elaboración que los lleva desde su tosco estado primitivo a ser esos productos acabadísimos que llenan pródigamente nuestras necesidades materiales. Ambos órdenes de elementos son indispensables: de esa imprescindibilidad de que hartó se da cuenta cada uno de ellos dimana precisamente, su lucha por la hegemonía, constante aspiración de la soberbia y de la codicia humana.

Pero si el capital y el trabajo son indispensables, mucho más lo es la actuación del ingeniero. Solamente él conoce los recursos, maravillosos a veces, que poseen los elementos de trabajo que por su consejo adquirió el capitalista, quien a lo sumo tiene una idea muy vaga, nula a veces, errónea en ocasiones, de

su eficiencia tecnológica. El obrero conoce harto mejor lo que maneja que el propietario de la máquina, pero lo conoce en forma empírica, y cuando varían las circunstancias de ese trabajo, o las de los materiales empleados, se desorienta; y es, además, incapaz de obtener en todo momento, y cualesquiera que esas circunstancias sean, el máximo rendimiento a que aspira el ingeniero, por amor instintivo a la perfección técnica, por dignidad profesional... y por exigencias capitalistas. Colocado entre dos colaboradores, que en ocasiones parecen irreconciliables enemigos, participa de la naturaleza de ambos; y no por pertenecer yo a esa casta, sino por ser una verdad que reconocerán cuantos me escuchan, afirmo que esa parte, esa infusión de ambas naturalezas, es de cada una lo más desinteresado y lo más noble.

Bastarían esas circunstancias para hacer que cuantos *senti-mos* nuestra profesión nos ufanásemos con ella. Pero, desde que el *yerno* de mi símil lee, acaso lo menos necesario, y escucha tal vez a quien menos bien le quiere, ese papel de esposa conciliadora adquiere una trascendencia que va a ser predominante en los tiempos muy difíciles que se avecinan. Respecto del trabajador le corresponde enfrenar la demencia que a veces le ataca, y que desfigura las que sin ella serían justas reivindicaciones; respecto del capital le toca imbuirle una noción de la cual, por desgracia, suele hallarse muy lejos: le toca persuadirle de la importancia del trabajo. Es harto propenso el capital a olvidar que el único origen legítimo de la riqueza, según las enseñanzas de Cristo, es el trabajo, los frutos acumulados del trabajo propio; y además, que de nada sirven la feracidad de los campos, los millones que costó una fábrica, las riquezas acumuladas en las cuentas de una sociedad, si los obreros cruzan los brazos. Ni aun en aquellas que solamente fabrican cifras, las entidades financieras, donde los obreros manejan una pluma por toda herramienta. No se me tachará de sembrador de rebeldías, pues no me oyen más que obreros del cerebro. Ni tampoco lo sería si me oyeran los del músculo.

He dicho que se avecinan tiempos difíciles, y es menester que insista en ello, es necesario, que, varonilmente, miremos cara a cara y tratemos todos de encauzar la inundación que, hagamos lo que hagamos, llega... y pidamos a Dios que su violencia no rebase todo cauce. Solamente hay un medio para conseguirlo: ampliar los cauces, persuadiéndose quienes los mar-

can de que los tiempos en que los obreros se allanaban a cuanto se les ordenaba, y tomaban resignados lo que por su ruda labor se les quisiera dar, pasaron para no volver ya nunca. La misión del ingeniero social, del mediador entre el capital y el trabajo se hace más y más difícil a medida que las exigencias inherentes, inseparables del capital, que hallaron primero dócil sumisión y luego pasiva resistencia, encuentran, más acentuadas cada día, exigencias correspondientes del trabajo.

Este proceso que paulatinamente había ido desarrollándose en España durante los 25 años que precedieron al 1914, ha pasado, como ciertas enfermedades largo tiempo larvadas, súbitamente a un estado agudo al recibir en un terreno sobradamente preparado los virulentos gérmenes morbosos que, como el cólera o el tifus, tan fácilmente brotan en los campamentos, para extenderse acaso hasta quienes más lejos están de los campos de batalla. Desde los de Francia vinieron a causar estragos en España dos graves epidemias, en la primavera y otoño pasados; desde la lejana Rusia llegan asimismo los gérmenes de graves dolencias sociales, que amenazan la vida económica de España, como aquellos morbos amenazaron y segaron no pocas vidas de españoles.

Pero el conocimiento del mal que nos amenaza es una cosa, y el terror que agarrota y paraliza toda resistencia es cosa muy distinta. En épocas que se pretende resucitar, y que fueron bien tristes para España, pareció podrida y descompuesta la disciplina del soldado cuya disolución —y Rusia lo ha probado bien claramente— conduce al caos político y social. Pero en medio de aquella formidable marejada flotó inmune de contagio la disciplina de las tropas de un Cuerpo al cual me honré perteneciendo, y la conservó por el único procedimiento capaz de trazar cauce a ciertas corrientes: la conservó porque los oficiales de ingenieros, tradicionalmente, trataban a sus subordinados no como a cosas, sino como a hombres. No parece, pues, imposible eucauzar ese movimiento incontenible, siendo el único modo de lograrlo el dar ejemplo de sensatez los más ilustrados y más cuerdos, «poniéndose en razón», como se dice vulgarmente... hasta en ocasiones en que quienes reclaman se salen de ella. Obran, aun en caso tal, atenuantes en favor de los trabajadores: su ignorancia, de la cual no son responsables, pues es preciso tributarles la justicia de que sienten verdadero afán por aprender cuanto se les enseña; el abandono moral en que les

tienen quienes debieran dirigirles, dejándoles ser presa fácil de agitadores sin escrúpulos; la miseria, el hambre crónica, tan mala consejera, que tantas veces es, desde la cuna, compañera inseparable suya y de sus hijos. No es fácil, para quien piense honradamente, aplicar inflexibles criterios de justicia rectilínea a quienes, aun no alegándolas, tienen en favor suyo esas atenuantes. Tiene razón otra frase vulgar, que habla del modo mejor de cazar moscas, y ciertamente cuantos me oyeran sabrán de industrias donde apenas hay huelgas, y espontáneas nunca. Pues bien, el ejemplo de esas industrias, el que antes he citado acerca de disciplina, dicen qué marcha es menester seguir para moderar, primero, y después encauzar ese movimiento social que se anuncia formidable; el medio que ya preconizó el Papa máximo León XIII en su admirable Encíclica «De conditione opificum», en la cual, desde los orígenes de este movimiento social, preveía su desarrollo y formulaba sus remedios. ¡Lástima que no le oyeran a tiempo quienes, ciertamente, no carecen de oídos!

Claro es, que nos hallamos en los momentos más difíciles de todo movimiento social: en los primeros. Estamos, en España especialmente, en la transición entre el segundo y el tercer período de la protesta obrera. En 1889 y 90 se produjo la transición entre la callada resignación y la resistencia pasiva, caracterizada por la huelga en general pacífica; ahora nos hallamos en la transición entre la resistencia pasiva y la exigencia violenta, que tiene por expresión la huelga revolucionaria. Esa transición es la que requiere y, en mi concepto, admite encauzamiento. La transición que cruzamos 30 años hace ha ido perdiendo acritud y aspereza, en términos que apenas podíamos concebir quienes entonces hacíamos las primeras armas en asuntos sociales. Hoy el hablar de socialismo y de sociedades de resistencia no es, como entonces era, nombrar al Coco.

Creo, por eso, que mis colegas no necesitan consejos para ver bien cosa tan clara como la su actitud más recomendable en estos momentos; y que aun cuando sea en detrimento de labores más atrayentes, donde las x x nunca se insubordinan, han de ser, cada día más, ingenieros sociales antes que técnicos, usando en bien de todos el ascendiente innegable que alcanza el obrero del cerebro sobre el del músculo, quien le ve acometer los problemas que continuamente plantea la industria, vagamente entrevistados por él y satisfactoriamente resueltos por

su jefe. Cuantos hemos manejado obreros hemos visto el placer casi infantil que en ciertos casos les producen determinadas soluciones, rápidas y elegantes, que cabe dar a espinosos problemas prácticos. Y a su vez, y no solamente por ganar las simpatías de los obreros, se les debe escuchar en cuanto propongan en bien del trabajo, seguir con paciencia los razonamientos, no siempre claros, en que lo apoyan, facilitar su adopción si lo propuesto resulta conveniente, cosa que frecuentemente ocurre, o desahuciarles, no «porque sí», mas dándoles razones que les convenzan, lo cual, si hay cordialidad entre jefes y obreros, siempre ocurre.

Hace un par de años, a los 16 de haber dejado la dirección de Altos Hornos, acompañé a visitar aquella fábrica al doctor Savirón y a un grupo de discípulos suyos; y uno de éstos me contó después haber oído a un obrero antiguo, uno de los 2.500 que antaño tuve a mis órdenes, decir a otro, más moderno, «que yo había sido para ellos un padre». Sin necesitar, añadido yo, lenidades nocivas para el capital, pues si vale crear las Memorias de aquellos 8 ejercicios, no fueron los menos prósperos de la antigua Sociedad de Altos Hornos.

Nada tengo que añadir que a consejo suene para que mis colegas lo oigan, pues cuantos de ellos se hallen en potencia de seguirlos han de propender a hacerlo espontáneamente.

Pero no solamente de satisfacciones morales vive el hombre, y en las clases proletarias, donde la presión de las necesidades es tan imperiosa, el factor económico es para muy tenido en cuenta, por ser el *substratum*, hoy y siempre, de toda divergencia social; y en esas luchas corresponde la iniciativa de cuanto se haga a quien en ellas tiene por arma la llave de la caja. Es, pues, del caso dar media vuelta, y ver qué deben aconsejar esos celosos mediadores cuando se dirigen a la suegra. Al capital quise decir. No le moleste la errata, pues hay mamás políticas (pocas), que parecen moldeadas en mazapanes toledanos.

Claro es, que cuanto a mejoras económicas, fuente de concordia pueda oler, solamente la aquiescencia del capital puede otorgarlo. Y para desvanecer, desde el principio de este fragmento de mi tesis, toda idea de que yo preconice como remedio un brutal aumento de jornales, que nada remediaría moralmente, he de narrar un episodio, harto elocuente en mi concepto.

A principios de 1892 la situación de Altos Hornos era crítica. Industria poco progresiva, nacida ya casi decrepita 10 años antes, veíase arrollada por la importación de hierros procedentes del extranjero, de productores más adelantados. Era menester pedir un esfuerzo de producción al personal obrero, para lograrla más barata, y no siendo admitido por los laminadores el trabajo a destajo, se trató de implantar un sistema de primas que estimulara la producción, basado en lo siguiente. Se halló la producción mínima, media y máxima para cada uno de los perfiles laminados en los trenes reversibles durante el último quinquenio, y se calculó una prima o remuneración progresiva por tonelada, de tal modo, que cuando por un motivo cualquiera la producción fuera la mínima, o menor, el jornal bajaría hasta el 75 por 100 del jornal fijo antiguo, mientras que, llegando al máximo la producción, la prima lo elevaba al 133 por 100 del jornal antiguo. Por consiguiente, a la producción media correspondería la media aritmética de esas dos cantidades, o el 104 por 100 del jornal fijo hasta entonces ganado cualquiera que la producción fuese.

Yo, que dirigía entonces los laminadores, fui el encargado de calcular los baremios de primas correspondientes a cada perfil y a cada precio de jornal, cosa que me hizo dar muchísimos millares de vueltas a la manecilla de un aritmómetro. Y aún repetí ese trabajo, pues luego de hecho pensé que sería justo hacer progresivamente creciente las primas, ya que la laminación de cada tonelada era más penosa para los obreros a medida que aumentaba la producción, así como también era más beneficiosa para la Sociedad. Hice observar eso al director de la fábrica, convino en ello, y repetí muy gustoso mis millares de operaciones. La producción media, a consecuencia de esto, daba a los obreros el 107 por 100 del jornal antiguo.

Algo habían traslucido los obreros de lo que se preparaba y cuando fueron expuestos esos detalladísimos baremios para llevarlos a la práctica, su primer resultado fué una huelga, pues no quisieron los obreros ver al principio sino el hecho de que el jornal fijo quedaba reducido al 75 por 100 del antiguo. Y nótese un hecho sintomático. En aquellos tiempos aún se osaba en Bilbao hacer una reforma en el régimen de remuneración, por ser beneficiosa para los obreros, sin su beneplácito.

Duró esa huelga una semana, durante la cual Disdier y yo hicimos buen consumo de paciencia y palabras para convencer

a los obreros huelguistas (pacíficos, salvo algún garrotazo que otro) y al cabo propuse y fué aceptado que se hiciese un ensayo leal durante dos quincenas, con la promesa de volver al sistema primitivo si así lo pedían los obreros al cabo de ese plazo. Pasado más de un mes, y viendo que nadie hablaba de regresiones, pregunté a un laminador qué harían si se abolía el sistema de primas, y me contestó sonriendo: «Nos declararíamos inmediatamente en huelga».

Al cabo de 27 años sigue vigente el sistema, que se ha ampliado a otras secciones, proporcionando excelentes jornales a los obreros y habiendo hecho disminuir bastante, merced al aumento de producción, el costo de la mano de obra en la laminación de barras.

Esto es, meramente, un ejemplo que acomodado a todas las ramas de la industria representaría lo que en mi concepto es la solución, la única solución, que al capital queda para encauzar las reivindicaciones de los trabajadores; la solución que resuelve las dos fases del problema, la económica y la ética. Es decir, el principio según el cual deben coparticipar en los beneficios de toda industria los dos elementos que colaboran en su obtención, capital y trabajo.

No he concluído con mi ejemplo, del cual cabe deducir nuevas enseñanzas. Cuando cobraban esos obreros quincenas copiosas (ya presentidas, pues hallaban al día en los baremios lo por cada uno devengado, según lo producido) experimentaban la natural satisfacción de sentir en su mano mayor carga de monedas. Pero esa complacencia era muy distinta de la que hubiesen sentido cuando esa mayor remuneración fuera debida a lo que he calificado de brutal aumento de jornales, fruto acaso de una huelga. Día tras día, en los 12 de trabajo, había ido aumentando la ventaja conseguida por cada obrero al cultivar por legítima ambición, y con satisfacción aún más legítima de su amor propio, el pequeño bienestar, de valor moral tan grande, que para él y los suyos representaba el mayor esfuerzo que desarrollaba en eso tan noble, tan dignificador, que se llama el trabajo humano. Era bien interesante, bien docente, el ver cómo de vez en cuando acudían los laminadores a la pizarra donde una por una se anotaban las barras útiles producidas, y de allí al cuadro de los baremios, para calcular si llevaban bien la tarea. Yo, al llegar al taller, había de echar mano de la regla de cálculo para, dada la hora y dado lo pro-

ducido deducir si la producción era satisfactoria, y ellos, calculando de memoria, se adelantaban a esa indagación. Si en mi visita me acompañaba algún consejero de la Sociedad, y hecho mi cálculo le decía que la tarea rebasaría en tantas o cuantas toneladas al promedio de producción, le complacía la noticia, que representaba para él unas pesetas; y sin necesidad de decirselo a los trabajadores les veía satisfechos por la misma causa. ¡El burgués y el obrero satisfechos por el mismo motivo!... ¿Es eso muy frecuente en la industria?

Y ambas satisfacciones dimanaban del mismo origen. Desde Rosendo Argüelles, el contraamaestre del taller, hasta el último pinche, revoltoso y tiznado, todos estaban interesados en la buena marcha del trabajo, ya que todos, automáticamente, participaban en los beneficios que producían para la Sociedad. Y es tal la eficacia moralizadora de causas pequeñas en apariencia, pero que no lo son para quien ve influido por ellas el pan cotidiano de sus hijos, que en las graves huelgas de Junio-Agosto de 1899 el personal que dejó el último su trabajo, ante las amenazas de los demás, fué el de ese taller, el de los laminadores reversibles. Estoy persuadido de que la generalización a todos los oficios manuales del sistema reseñado, con las modificaciones a cada caso correspondientes sería, si cabe aún, cauce por donde fluya sin estragos la inundación social que llega. No pocos delincuentes se han tornado honrados al recibir un nombramiento de agente de policía que les hace participar —como a mis obreros en los beneficios del capital— en ese fondo de orden y justicia que debe ser la riqueza de toda sociedad humana. Tiene de moralizador, de pacificador ese principio tanto cuanto tiene de revolucionaria, de disolvente la que Lassalle definió «Ley de Bronce del Salario».

Dudo que sea posible alzar objeciones éticas, objeciones verdad contra ese sistema, pero quiero ocuparme de las formuladas. La primera, el argumento Aquiles—sofisma por lo tanto —que se opone, es decir: «Con ese sistema, los trabajadores están a las maduras, y a las crudas no; participan en los beneficios y no en las pérdidas.» Conviene examinarla.

Si a ella se llega, es admitiendo implícitamente la justicia de que el obrero cuando es productor de beneficios participe de ellos. Es preciso, pues, examinar solamente la hipótesis de que haya pérdidas.

En el sistema reseñado, si ellas proceden del trabajo insuficiente o defectuoso del obrero, automáticamente resulta éste perjudicado, pues la prima, indispensable para que no trabaje con pérdida, solamente aparece si se rebasa un tipo de producción que debe dar beneficios a la Sociedad. Si, eso no obstante, no hay beneficios por causas exteriores, o por obra de una administración defectuosa, mientras el obrero trabaja con celo, realmente, al producir barato logró disminuir el daño de ajenos errores, y aunque éstos absorban con exceso los beneficios que su buen trabajo produjo, no por eso dejó de darlos, y esto a él derechos sobre ellos.

Supongamos que esa marcha desfavorable llegue a la ruina de la industria. Si ésta, como implícitamente se supone cuando es de importancia, tiene su capital en forma anónima, pierde cada accionista, a lo sumo, lo que desembolsó por sus acciones, y raro es el caso en que éstas constituyan toda su fortuna. Su pérdida es, realmente, el interés legal de la fracción de su capital así consumida. El obrero pierde el interés de la totalidad de su capital, que es su potencia de trabajo, al desaparecer la industria que le ocupaba, siendo éticamente indiferente, *en relación con ella*, que halle o no trabajo en otra parte.

Otra objeción que también se formula es baladí. Consiste en decir que así como los accionistas tienen derecho a entrar en los secretos de la contabilidad, de la cual resultan sus beneficios o pérdidas, reclamarían igual acceso a esos misterios los obreros. No necesito, para refutar esa objeción, sino acudir a mi experiencia, y recordar a los laminadores de Altos Hornos. Se les presentó el cálculo de esa su participación en forma tan diáfana, tan a su alcance, que jamás fué menester, en cuanto la hubieron comprendido—, lo cual no requirió sino unos pocos minutos de explicaciones cuando se pusieron a tiro de ellas—, hacerles ya nunca confidencias acerca de misterio alguno. Y, aparte de eso, quisiera yo saber si todo accionista (estoy por decir: si algún accionista fuera del Consejo de Administración) se entera de la contabilidad de la Sociedad a la cual, a cambio de acciones, entregó su dinero.

La verdadera objeción, *la que se calla*, es doble. Repugna al capital reconocer en forma explícita que en la industria monta tanto el trabajo como él. Y le repugna, muy especialmente, reconocerlo en forma sonante, en lo cual ve una merma de sus beneficios.

El vencer la primera repugnancia es cuestión de dar un paso más, pues el primero está ya dado. No hay industria sensata que no tenga interesado en sus beneficios a su alto personal, precisamente en forma de primas, pues además de un sueldo fijo, relativamente modesto, se le asigna un n por 100 de los beneficios anuales. Se reconoce, pues, la justicia de tal principio en cuanto al trabajo mental; y yo, que a él me dedico, y puedo compararlo con el material, no acierto a ver qué diferencia haya entre sus importancias respectivas, ni razón para que se niegue al uno lo que se reconoce al otro.

Y la última objeción, para terminar con este punto, procede de un error, exclusivamente. No hay gasto más fecundo para el capital que el dedicado a estimular, material y moralmente, el celo de sus obreros y empleados. Aseguro, honradamente, que las primas abonadas a los laminadores de Altos Hornos eran dinero prestado a rédito usurario, ya que duplicado, o triplicado, reaparecía en aumento de cantidad y mejora de calidad de productos, al cabo de un mes, en los estados de fabricación de las barras laminadas.

Rebatidas las objeciones sería del caso enumerar las ventajas, pero esto va ya largo, y quiero fijarme solamente en una de ellas, la más interesante hoy: en el influjo pacificador, armonizador, en la labor de esposa discreta que puede representar ese sistema entre quienes se enseñan hoy los dientes. Y para enunciar concisamente mi pensamiento diré que las luchas sociales que presenciamos no desaparecerán por acción *unilateral* alguna: ni por el predominio que antaño tuvo el capital, predominio al cual no cabe ya volver, ni por la titulada «repartición social», desastre de todos, que vemos funcionar en lo que fué Rusia. Desaparecerán esas luchas el día en que cada obrero se sienta, sea virtual o actualmente accionista de la industria para la cual trabaja.

*Claro es*, que con merma de la participación del capital en los beneficios que hoy monopoliza, y una parte los cuales habría de ceder al segundo agente de ellos, ¡igualmente esencial que él e igual en derechos, al trabajo. Pero eso es irremediable, y hasta dichoso podrá considerarse el capital si esa amputación salva su existencia, cual a veces salva la de un hombre el cercenar algo que en su cuerpo empezó a gangrenarse. Esa es mi convicción, y la de muchos, y es deber de quienes vemos eso laramente avisarlo a quienes tienen ojos... para otras cosas.

Por otra parte, lo que yo he visto en un caso práctico me autoriza a pensar que, como antaño en Altos Hornos, la mejora lograda en la producción había de compensar, parcial o totalmente, y acaso con exceso, lo que absorbiese la participación de los obreros en los beneficios. Allí, cuanto más ganaban los laminadores más ganaba la Sociedad, pues aumento de producción es sinónimo de abaratamiento del producto, y los estados de fabricación, que no engañan, confirmaban (y confirman, pues los conservo) una vez más ese axioma. La queja constante de los patronos es lo que nació y fué bautizado en Francia *le sabotage* del trabajo, la producción deliberadamente escasa y defectuosa, devengando el jornal. No hay correctivo para ello sino el sistema de primas, ya que estas sólo proceden de producir *mucho*, y producir *bien*.

\*  
\* \*  
\*

De la situación a que la guerra mundial ha traído a España caben tres soluciones: la *inundación*, el *dique* o el *cauce*.

Caben, realmente, dos nada más. La inundación sería... la Rusia de los soviets. Nadie que ame a España puede llamar solución a eso. Quedan, pues, la segunda y la tercera.

El dique... ¿Acaso lo hubo para las invasiones que cerraron la Edad Antigua? ¿Puede hoy oponerse algún dique al navalismo inglés? Contesté Wilson. Hay fuerzas realmente cósmicas, elementales; y una de ellas es el avance del proletariado demandando mejoras. No ignoro que muchos, juzgando aún contenibles ciertas cosas, se imaginan que es posible el dique, y piden que se le alce ante ese avance y lo contenga... ya sabéis cómo: a tiros. Dios nos tenga de su santa mano, y no la retire de quienes nos gobiernan. Esa tentativa sería el fin de España. Las piedras de ese dique proceden del pueblo, y pudieran recordarlo y, lejos de contraer la inundación, caer con su inmensa pesadumbre, revueltas con las aguas embravecidas, sobre los que de él quisieron ampararse. No se gaste en dirimir conflictos meramente económicos una fuerza y un prestigio necesarios para proteger lo que no es convencional y contingente: la vida y la honra de la Patria.

Además, hay inundaciones tales, que no cabe oponerles dique. De Andalucía llegan amenazas pavorosas, escalofriantes. Los millares de kilómetros cuadrados hoy cubiertos de verdes mieses, lo estarán en breve de mies dorada y seca, a merced de

unos pocos millares de fósforos, bastantes para desatar, en millares de sitios a la vez, una destrucción incontenible. ¿Qué dique cabe contra eso? ¿Bastarian... *si quisieran disparar*, cuantos mausers hay en España?

En 1916 hube de viajar mucho, en Abril, Mayo y Junio, a través de las ubérrimas llanuras andaluzas, asombrándome al ver la riqueza que en ellas estaba hinchiendo las espigas recias. —Y por entre esas riquezas veía circular, alzándolas, a bandadas de espectros andrajosos, los labriegos andaluces que llevaban, como los campesinos romanos la malaria, retratada en el rostro una endemia, el hambre crónica... su sobriedad famosa. Dijéronme que aquellos labriegos trabajaban de sol a sol por dos gazpachos, y dos, tres o cuatro reales, según las épocas.—Entre muchísimos, aunando sus extenuadas fuerzas, colmaban de grano, de vino, de aceite, los vastos trojes de las granjas sabiendo que aquello, cuya mitad hubiera hecho vivir en la abundancia a sus hambrientas familias iba, en su totalidad, a ser disfrutado por una sola que de tarde en cuando aparecía, por aquellos cortijos escoltada por opulentos toreros, señoritos chulos y señoritas achuladas, o elegantes meretrices extranjeras, para tenter becerros bravos unas veces, otras para correr liebres... y siempre para correr juergas, *muy Españolas*; dejando en pos de sí, al ir a otra parte para seguir gozando, los frutos del hambre de todo un pueblo, una estela de alcohol caro, de perfumes delicados, y de odios. —Eso, en frase culta, casi bonita, se llama *absentismo*.—¿No es un peligro inmenso, cuando amarillean las mieses de esos ricos, la baratura de los fósforos en manos de los descendientes encanijados de larguísima estirpe de hambrientos?...¿Es posible el dique?

No; no es posible sino el cauce. Si esos latifundarios dijieran a sus obreros: «vuestro trabajo ha producido en mis tierras la magnífica cosecha que veis sazonar. Sin vosotros nada hubiera logrado yo, y vosotros sin mis tierras tampoco. Por consiguiente, la mitad de lo que tenéis a la vista es vuestra, y os la repartiré a prorrata de las bocas que haya de mantener cada uno»: si tal dijieran, no quemarían los obreros las mieses, ciertamente. Y además, cuando llegara a un cortijo andaluz alguna carta de un misterioso comité Sindicalista predicando la destrucción de todo, no se congregarían los obreros, todos los obreros para oirla leer, como ahora, *gorra en mano*, ya que

contra ese predicar opondrían el hecho de que los ricos «daban trigo».—Pero hoy los ricos... ni siquiera predicán.

Se impone el cauce, un cauce muy amplio, por si basta. Como dije al hablar de los obreros fabriles, que deben llegar a sentirse virtualmente accionistas de la industria para la cual trabajan, digo de todos.

Yo no sé si con ello satisfarían esos latifundiaros a la segunda de las virtudes cardinales, pero es indiscutible que atenderían a la primera. Tal vez alguno de ellos se enterara de que existe una cuarta, como nos consta a cuantos de nuestro trabajo vivimos, pero de ser así ganaría en salud su alma y en vigor su cuerpo. Resultarían, indudablemente, perjudicadas gentes de barreras, de bastidores, de garitos, de... etc. pero de eso a fe, cabría consolarse.

\*  
\* \*

¿Se hará esto, en la industria y en los campos? Y si se ha ce-  
¿llegará a tiempo?

He aquí dos interrogaciones graves. Su respuesta afirmativa, a las dos significará la Evolución. La respuesta negativa, a una tan solo, significará la Revolución. Pero no la revolución «Pour rire» de los *sans culottes* de 1793, sino la revolución tan seria, de los bolchevis de 1918.

Sé que es antipático el papel de bíblico Jeremías y la Casandra homérica, pero eso no ha de impedirme decir las que creo verdades, y verdades útiles para los demás. El creer que nos hallamos, plenamente, en tiempos difíciles, no debe arredrarnos. No me arredra de esforzarme en crear una industria necesaria y nueva el que ésta haya de nacer en plena evolución social. Muy al contrario; no necesitando corregir resabios para ponerse a tono con los tiempos nuevos, edificando de planta su organización obrera con arreglo a las normas requeridas por lo que se nos echa encima, puede y debe, como un buque bien construído proa al mar, montar la ola que se precipita a su encuentro... y que acaso no tramonten buques más viejos o peor construídos. Básteme citar algún detalle. En mi proyecto, empezado hace tres años, he contado con el trabajo continuo, a tres relevos de a 8 horas; en el amplio cálculo de tipos de jornales va comprendido lo requerido para dar primas de producción a todo el personal; y las directivas o normas de la con-

tabilidad consentirán, mejor dicho, preceptúan que todo el personal técnico y obrero participe de los beneficios sociales.

\*  
\* \*

No se crea pesimismo artificial o caprichoso el vaticinar transformaciones radicales en la organización económica del mundo. Podría esperarse que este movimiento se amortiguara o extinguiera si fuese de origen político; mas no es así, sus causas son económicas y han de durar harto más de lo necesario para determinar la evolución más cumplida... o la revolución más arrolladora.

Es difícil llegar a imaginar qué destrucción de riquezas han producido 51 meses de guerra casi mundial en dos aspectos, riqueza-capital y riqueza-trabajo. La primera en buques hundidos, campañas arrasadas, industrias, minas y vías de comunicación destruidas. La segunda, en millones y millones de productores muertos o inhabilitados para el trabajo, en proporción de un elevado tanto por ciento de los más eficaces y útiles. A fines del siglo XVIII Tomás Roberto Malthus temió injustificadamente un desequilibrio entre la productividad y las necesidades de la Humanidad, al establecer sus dos famosas progresiones, aritmética la de producción de alimentos y geométrica la de reproducción humana. Y esos vaticinios, entonces infundados, son una realidad de nuestros días. Aun cuando la guerra directa o indirectamente haya costado 14.000.000 de vidas no ha mermado sino el uno por ciento las necesidades de la humanidad, compuesta de unos 1.400 millones de vivientes. Pero esos 14 millones de muertos restados de la parte más útil y laboriosa de la humanidad, representan un tanto por 100 muy elevado cercenado de la productividad humana, la cual, aun trabajando a toda máquina, nunca ha hecho mas que cubrir sus necesidades, las *normales*, que ahora vienen aumentadas enormemente por la necesidad de reconstruir lo destruído, immobilizando en ello nuevas riquezas incontables, que tardarán en producir.

La Humanidad, pues, se ha empobrecido notablemente en su conjunto; y la intranquilidad, las luchas actuales, son meramente, esfuerzos de distribución de esas cantidades negativas, herencia irrenunciable y pesadísima que rechazan todos; y principalmente, son debidas a que esa distribución, que no es nueva en la historia, ciertamente, ha de hacerse bajo normas completamente nuevas. Si un siglo atrás hubiera sido necesario hacer

ese corte de cuentas, la liquidación de esa pesadísima herencia de deudas hubiérase resuelto privando a los de abajo hasta de lo necesario, y, cuando esto no bastase, a los demás de lo superfluo. La abnegación de los *habentes* nunca ha pasado de ahí. Pero ahora los *carentes* se han contado y unido, y no va a ser fácil imponerles el criterio ajeno acerca de dividendos pasivos, de distribuciones negativas. Están diciéndoles.... con el ejemplo, que la fuerza es derecho; y no ignoran que son los más, que son los productores.... que son la fuerza. Hasta saben que salen de ellos los ejércitos. No ya por equidad, por cordura meramente creo que necesitan parlamentar, entenderse, la suegra y el yerno. Evitando, *cueste lo que cueste*, que el yerno se desboque. Si eso se evita, todo sacrificio estará justificado. Miremos a Rusia. ...

Y no olvidemos que ese empobrecimiento colectivo ha de aumentar aún, y mucho si Dios no lo remedia. En la guerra Anglo-Germana se ha disputado la hegemonía industrial,—y comercial sobre todo—, que había ido escapándose de las manos de Inglaterra durante el reinado de Guillermo II; en la futura guerra Anglo-Nipo-Americana se disputará el dominio de los mares, hoy indiscutiblemente ingleses y codiciados por el vigor juvenil de los Estados Unidos. Esa guerra será más breve, pero acaso más destructora que la pasada.

\*  
\* \*

Más de una vez digo a mis hijos, a los que en 1914 habían alcanzado la edad de la razón, que cuando dentro de 50 años cuenten a sus nietos cómo se vivía a principios del siglo, y cuando les digan que había gentes que sin estar baldadas ni ser imbéciles comían, vestían, se alojaban cómodamente y no ejecutaban trabajo ni practicaban profesión alguna, les oirán tal vez en silencio, pero al separarse dirán unos a otros: «El abuelito chochea...».

Tal ha de ser la transformación social y económica que se avecina. Añado que la historia del porvenir señalará una edad nueva, contándola desde el 28 de Junio de 1914. Y termino encargándoles que templen su espíritu, que se habitúen al trabajo..... y que pidan a Dios que este cambio social pueda llamarse evolución.

Creo poder ensanchar fuera del círculo de mi familia el buen

deseo que me mueve a colaborar como en mi mano esté en ello. Y persuadido de cuánto importa el aproximar el capital y el trabajo, creo que el desiderátum de esa empresa sería la fusión de ambos en una sola «clase productora» en forma que es realizable. El día en que todo capitalista trabajase y en que todo trabajador participase de los beneficios que co-produce, todos en la fraternidad ordenada por Cristo, los conflictos sociales quedarían resueltos.

En mi concepto apremia, y de veras, el realizarlo. El pensamiento del *demos* ha evolucionado en poquísimos años con rapidez inesperada. Especialmente en España, donde es la imaginación tan impresionable como es en la instrucción escasa, y cuyo pueblo se descristianiza rápidamente, lo cual se explica. La plebe del sacerdocio, el clero realmente importante se muere de hambre,—no en sentido figurado, sino propio—, entre un presupuesto de más de 41 millones de pesetas para atenciones eclesiásticas y las estúpidas larguezas de católicos miopes. Cuando veo ciertas suntuosas festividades, verdaderos saraos devotos; ciertos santuarios adornados como boudoirs, ciertos amontonamientos de joyas sobre inertes imágenes, me acuerdo de millares de párrocos y de coadjutores famélicos, de seminarios despoblados..... y me explico el formidable reflujo de la fe española, mientras en Alemania, en Inglaterra y en los Estados Unidos el catolicismo multiplica sus prosélitos. Aquellos protestantes renuncian a su protesta; estos católicos ni siquiera se hacen cristianos protestantes; se hacen ateos. Me hallo cerca del pueblo y siempre me ha interesado el estudiarlo; y por ambas causas puedo y debo decir que la burguesización de los obreros con su premisa indispensable, la laborización de los capitalistas,—tendiendo *todos* a ser trabajadores justamente remunerados, son las únicas medidas que pueden, *si acaso*, conjurar la soviétización de España. Medidas harto más urgentes que se cree.

Eso, no es, meramente, un remedio para salir del paso. Es el porvenir de España lo que con esa transformación ha de orientarse. ¿Cómo? ¿Hacia dónde? Aquí, séame permitido dirigir al porvenir una mirada.

Pienso que los historiadores dentro de unos siglos han de dividir la Historia humana en solas tres Edades; La Antigua, hasta el advenimiento de Cristo, la Media, formada por los 1914 años siguientes y de ahí en adelante la Moderna; y que respec-

tivamente las llamarán de la Esclavitud, de la Emancipación doctrinal, o teórica, y de la Emancipación económica, o práctica. Hoy está pasando la humanidad indiscutiblemente a una edad nueva. Y quienes en ella entren antes y con pie más firme han de llevar a los demás ventaja enorme. ¿Quiénes están llamados a eso?

En primer término, indiscutiblemente, los pueblos que hayan sabido conservar sano su juicio ante una casi universal demencia: España entre ellos. No llevarán el «Handicap» formidable de la merma de población y de riqueza, ni su mentalidad colectiva necesitará reponerse de esa especie de *meningitis bélica*, que acaso en el cerebro de otros pueblos haya dejado lesiones imborrables.

Durante esa evolución, tan erizada de peligros, deberemos observar atentamente lo que haga un pueblo que debiera haber sido constantemente estudiado por los gobernantes españoles, y que ahora puede seguir siendo fecundo vivero de enseñanzas para nosotros provechosas; el pueblo germano. El pueblo que acaso guarde para la musa Clío grandísimas sorpresas.

Cuando el hambre consiguió lo que no lograron 17 millones y medio de soldados bloqueadores (datos ingleses), es decir hacer deponer las armas a los 7 millones y medio de soldados bloqueados a quienes no habían podido echar de los territorios que invadieran, empezó el aniquilamiento sistemático de la ya inerme raza germánica, exigiendo la entrega de la totalidad de sus armas terrestres, navales y aéreas, y de la casi totalidad de su flota mercante y de su material ferroviario..... y agrícola, reteniendo en cautiverio lo más viril de su población y prolongando el bloqueo medio año después de depuestas las armas. Luego de podar hasta la última rama del que fué árbol frondoso aplicóse el microscopio a cada punto del pelado tronco, avizorando dónde hubiera una célula capaz de germinar dando un retoño, para cauterizarla. Dijérase que se trata no de hacer imposible esta guerra, sino de impedir un período nuevo, como el de 1871 a 1914, de fecunda paz por muchos harto más temida que la guerra.

Eso no obstante, siempre he presentado el resurgimiento de la raza germánica, raza de hombres, que creo conocer a fondo. Antes, al afirmar esa convicción lo hacía sin bases, sin argumentos, como se cree. Y ahora, desde hace muy poco tiempo, entreveo por dónde esa raza, que parece aniquilada, va a resur-

gir; por donde menos previeron sus enemigos. Esa raza, y en especial el pueblo alemán que la dirige, y que ha pasado todo él por las mejores escuelas del mundo, está mejor preparada que todas las demás para la evolución vastísima, para el gigantesco cambio de frente que la Humanidad está empezando, y la misma presión de la necesidad, de la miseria a que se cree haberla condenado para siempre, va a ser su maestro, su organizador, que la hará entrar, precediendo a todos los demás pueblos, en los caminos definitivos de la Humanidad. Observemos cómo evoluciona, para aprender, sin pasar por esa durísima escuela, algo que de aquí adelante va a ser indispensable para los pueblos que quieran vivir en un mundo radicalmente transformado. Napoleón I, queriendo y creyendo destruir para siempre el poder militar de Prusia, hizo de ella el país más científicamente militar del mundo, al que han imitado servilmente los demás. Quienes quieren y creen aplastar para siempre a la raza germánica, la preparan, tal vez, para ocupar el primer lugar en la Edad Moderna, la definitiva, la que ahora alborea; para ser la primera raza de un mundo que reorganizará su Economía sobre bases sociales radicalmente nuevas. Y contra ese resurgimiento, fuerza cósmica, elemental, solamente habría un remedio: el que irónicamente aconseja a su Gobierno el escritor inglés Bernardo Shaw, matar a todas las alemanas de 50 años abajo, ya que se quiere conservar por ahora a los alemanes, ilotas destinados a trabajar en provecho de los demás.

Aun con la prolongación del bloqueo no parece que se llegue completamente a ese resultado, y es seguro, en consecuencia, que veamos nosotros iniciarse, y nuestros descendientes completar, algo muy docente para España, la resurrección de una raza que por encima de todo quiere vivir: que esa es la significación de su «über Alles». No se me tachará de interesado adulator al decir lo que siento. Hoy, son los vencidos.

Nosotros, los vencidos ayer en lucha desigual a que también nos vimos arrastrados, estudiemos..... aprendamos..... Aprendamos una cosa bien esencial para los españoles, no siempre sobresalientes en ese estudio; aprendamos que se sirve y se ama a la Patria, mejor que muriendo heroica y teatralmente por ella, trabajando inteligente y tenazmente para ella. A eso, en los cánones de la Ingeniería se le llama patriotismo. Eso es, hoy, el *patriotismo*.

Voy a terminar, que ya es hora; y he de hacerlo con una sú-

plica sugerida por el recuerdo de momentos para mí muy interesantes. En los primeros días de 1914 asistí en Alemania a representaciones del inmenso «Parsifal» de Wagner. Viví horas intensas, ciertamente, envuelto en los efluvios de un arte total, prodigioso, comprendiendo lo exacto de la definición dada por el propio Wagner de su arte al llamarle: «Drama engendrado por el poeta en el seno de la Música». Admiré los esfuerzos casi sobrehumanos de los ejecutantes de la sobrehumana obra para interpretarla dignamente. Y al final de cada acto, aun después del tenue y prodigioso Erlösung dem Erlöser, «Redención al redentor» que culmina y sintetiza la obra, aquella colectividad de espectadores, cada uno de los cuales sentía tan intensamente como yo, aquel público, silencioso y recogido, se levantaba y salía sin que una exclamación, un palmoteo, impropio de aquellas grandezas, una exteriorización cualquiera evaporase ni un átomo de las formidables impresiones recibidas.

Eso es lo que ahora suplico; mas por causas bien distintas. Temo que lo enojoso del asunto, lo audaz de las ideas expuestas y lo deslabazado de su expresión, antes que agrado hayan producido molestias a mi auditorio. Sin que, por otra parte, el temor, la previsión de ello me hayan retraído de decir lo dicho, deliberadamente, pues ya comprenderéis que las vacilaciones mostradas en el exordio, eran meramente..... retórica. Deseo evitaros el conflicto entre sentimientos de desagrado, o al menos de tedio, y exteriorizaciones que significasen lo contrario, pero cuya omisión por vuestra parte,—quebrantamiento de tradicional costumbre—si no fuera previamente solicitada temeríais que pareciese descortesía en que sois incapaces de incurrir.

Y aún más que por eso, formulo y reitero esa súplica porque en mi concepto lo demanda el tema, que, o nada merece, o si merece algo es fría reflexión, muy remota de todo meridional entusiasmo.

Dije al terminar mi exordio, y lo repito; la Humanidad vive actualmente tiempos difíciles, que deben ser graves, austeros.....

HE DICHO.

# DISCURSO

DEL

DR. D. GONZALO CALAMITA Y ALVAREZ

ACADÉMICO NUMERARIO

EN CONTESTACIÓN AL PRECEDENTE

---

SEÑORAS Y SEÑORES:

Un precepto reglamentario nos obliga a la Academia a designar uno de sus miembros, que conteste al discurso obligatorio del que ingresa en la Corporación y es norma general que el Presidente proponga para ello, al que, por su amistad, conocimientos afines o aptitudes especiales, está más en armonía con el recipiendario. En todos los actos que esta Corporación ha celebrado, habéis visto que a la cultura excepcional del que ingresa, ha procurado corresponder la Academia, designando para que lleve la voz corporativa, una autoridad científica de tanto valer, que no sólo haga honor a la entidad, si no que sirva para colocar en el lugar debido al nuevo académico, que por modestia propia de todo hombre de talento, trata siempre de empequeñecer su obra.

Esta regla fija de la Academia, tiene en el acto de hoy su excepción confirmatoria, y bien a pesar mío, he de manifestaros que lo siento, por el nuevo académico, por los que tienen el deber de asistir a este acto, y por los que ansiosos de oír al Sr. Mendizábal han llenado este lugar, y por galantería se aguardan a escucharme.

Sólo en concepto de académico amigo, puedo ostentar hoy la representación de la Academia. Cualquiera de mis queridos compañeros hubiera llevado a cabo con éxito la misión de contestar al interesantísimo discurso que habéis tenido la satisfac-

ción de escuchar. Mi designación, sólo ha producido un resultado negativo, constituyendo un freno en la labor de la Academia y un verdadero trastorno para el nuevo académico, y de no tratarse de persona de la modestia y prestigios del Sr. Mendizábal, hubiera tenido hasta derecho a protestar de mi designación.

Entregado su trabajo en los primeros días del pasado Enero, las ocupaciones particulares y personalísimas que en determinada época del año constituyen para mí un freno a todo trabajo extraño a los asuntos a que habitualmente me dedico, aumentadas en el año actual por *obligaciones morales* que me sujetaron doblemente al cumplimiento del deber, a consecuencia de sinsabores grandes y satisfacciones inmensas que tanto agobian, y a tanto obligan, se retrasó por mí el cumplimiento del deber con la Academia y con el Sr. Mendizábal, quitando oportunidad a su trabajo, que en la época de agitación que *disfrutamos* hubiera podido orientar el gravísimo problema social que invade Europa, contribuyendo al aquietamiento de los espíritus, y evitando el desbordamiento de las pasiones.

Perdonen la Academia, el interesado y el público, el retraso sufrido, y como confesada mi culpa, espero que vuestra benevolencia me indultará de la pena correspondiente, paso gustoso a decir dos palabras como deber y cortesía al amigo y al hombre de ciencia, que viene a compartir entre nosotros los trabajos de la Corporación.

\*  
\* \*

¿Quién no conoce en Aragón, en España y hasta en gran parte del mundo, al ingeniero español que ha ocupado hace un momento esta tribuna?

Sería en mí pueril empresa presentaros a quien por sus méritos es sobradamente conocido; pero como su modestia corre parejas con su saber, bueno será haceros en dos palabras un apunte biográfico del Sr. Mendizábal.

Procedente del brillantísimo cuerpo de Ingenieros militares, su paso por la escuela profesional de la misma, dejó ya huella de su valer. Ingresado en 1881 —ya bachiller— con sólo un año de preparación con el núm. 7 en convocatoria de tan limitadas plazas y tan numerosos aspirantes, hizo confiar que por su amor al trabajo y sus dotes intelectuales, se elevara cual lo

hizo, obteniendo a los tres años el grado de Alférez y alumno con el núm. 3 de una promoción de 46 oficiales.

Aunque no necesitaba estímulos para el trabajo, el éxito de sus estudios le obligó más y más a continuarlos con mayor tesón y a los dos años reglamentarios, salió de la Academia con el grado de Teniente y el núm. 1 de la promoción de 46 tenientes de ingenieros.

A su espíritu batallador en el orden científico, no cuadraba mucho la norma obligatoria del servicio restringido de su cuerpo en tiempo de paz, por el limitado radio de acción a que su inteligencia se veía obligada, y convencido de que tanto se honra y sirve a la Patria, en las funciones específicas del cuerpo, como contribuyendo al desarrollo de la riqueza nacional, deseoso de prosperar materialmente y de contribuir al florecimiento de la Siderurgia, por la que siempre tuvo verdadera debilidad, ingresó en 1890 en la potente Sociedad «Altos Hornos de Bilbao» como Ingeniero de los talleres de laminación.

El éxito obtenido aplicando al trabajo que se le encomendara sus grandes dotes y entusiasmos, no sólo lo prueba cuanto en su discurso habéis oído, sino el hecho irrefutable de ser nombrado en 1893 Jefe de sección de fabricación, Subdirector de la Sociedad y en 1894 Director de la misma, cargo que desempeñó durante 7 años con el asombroso éxito que representa el esplendor alcanzado por dicha Sociedad.

En 1901, a consecuencia de la fusión de Sociedades Siderúrgicas efectuado en Vizcaya cesó en el cargo de Director de Altos Hornos, con toda clase de pronunciamientos favorables, y sus aficiones a la industria del metal del trabajo, le llevaron a iniciar la creación de grandes talleres de transformación metalúrgica, creando y siendo el primer Gerente de la Sociedad «Maquinaria y Metalurgia Aragonesa», cuyos talleres de Utebo son honra de la industria regional, estando al frente de los mismos desde su creación en 1901 hasta 1907.

La afición del Sr. Mendizábal al «estudio» no tiene límites. Su portentosa imaginación, le priva de estar ocioso un solo instante y avalorados sus grandes conocimientos teóricos, por el

perfecto de varios idiomas (francés, inglés alemán e italiano), y por largos períodos de ausencia de la madre patria, dedicado al estudio y la investigación, sus trabajos han sido numerosos en cantidad y variadisimos en objetivos, siempre con vistas a las aplicaciones mecánicas, formando un bloque, conocido con el nombre de «Patentes Mendizábal» con la potente razón social «Bertrand e hijo», de Barcelona, apoyado por la renombrada italiana de construcciones mecánicas y navales «Gw. Ansaldo», da Génova.

A la par que estos trabajos encaminados al desarrollo «de un sistema de transmisión hidráulica» iniciaba el estudio de estabilización mecánica y dada cima al mismo desde el punto de vista teórico, le concretó al movimiento de los aeroplanos, formando en Madrid en 1912, el Sindicato titulado «Avión Mendizábal» para el estudio, que continúa, de un sistema de «Aeroplanos estabilizadores».

Los azares de la guerra europea, han impedido dar cima a tal trabajo y demostrando una vez más que la inactividad no es conocida por él, llevado por el principio de la inercia a continuar en permanente movimiento, ya que en movimiento ha estado siempre, se fijó su clarísima inteligencia en que el problema siderúrgico, no sólo alcanza en tiempo de paz el lugar preeminente que las nobilísimas aplicaciones del hierro tienen, sino que en tiempo de guerra constituye el nervio del elemento destructor, y que un país, que como España dispone de los elementos esenciales diseminados por todo el territorio, con una abundancia que nunca agradeceremos al Creador del universo, no puede ni debe ser tributaria de naciones con las que la naturaleza fué menos pródiga y necesitando de nuestras primeras materias, nos devuelve los productos obtenidos con ellas, restando a la Patria el punto fundamental de su riqueza, *la mano de obra*, obligándonos a disponer de materiales carísimos producidos con lo que constituye las entrañas de nuestro suelo.

No es solo esto la obsesión de nuestro nuevo compañero de Academia. En España existen hermosas y potentes instalaciones para la obtención del hierro, todas instaladas en la costa o

puntos próximos al mar para facilitarse la provisión del combustible—Cok—que en cantidad tan extraordinaria exige la metalurgia de ese cuerpo. Esta situación que en tiempos normales constituye un verdadero caso de privilegio, tiene en época de guerra el gravísimo inconveniente de hallarse en inminente peligro de destrucción, y para que no disponga del hierro preciso para reponer sus armamentos y fabricar sus proyectiles, es país vencido en pocos instantes, ya que no todos poseerán armada suficiente para asegurar su transporte.

Pese a los grandes proyectos pacifistas de los que actualmente dirigen el mundo, la humanidad es siempre la misma, y a los grandes trastornos de un período de guerra, sigue otro de guerra más cruel, más destructora, más intensa, por lo mismo que a ella se dedican todos los esfuerzos materiales e intelectuales de los pueblos agobiados por las luchas. La historia nos confirma que a un período de paz y de progreso sigue inevitablemente otro de destrucción, como si el hambre, cual otros seres del reino orgánico, a pesar de su elevada situación en la escala zoológica, tuviera necesidad de seleccionar, para existir y evolucionar.

Para evitar el vencimiento, por destrucción de las fuentes industriales productoras de hierros y aceros, es necesario diseminar por el territorio nacional esas industrias y en España, por desgracia, no existe en el interior ninguna verdadera representación de la metalurgia del hierro.

A nadie que conozca las condiciones precisas para la obtención de este metal, pillará de sorpresa este hecho. Si el sumo Hacedor derramó sobre nuestra Patria con mano pródiga los elementos fundamentales de la riqueza nacional, no en todas partes reunió los imprescindibles para su explotación. Dejó, con la sabiduría del que el mundo hizo, que los naturales del país trabajasen, estudiaran, hicieran algún esfuerzo, ya que sin él, no hay vida ni riqueza, no hay gloria ni alegría; deseaba, que el trabajo que ennoblece, completase su obra, y aunque para mostrarnos su grandeza colocó en puntos privilegiados (Asturias), junto al mineral de hierro, el carbón que cokiza,

en la mayor parte de la nación, si bien puso junto al hierro, combustible, no dotó a éste de aquella propiedad indispensable para la metalurgia clásica del hierro, y como por desgracia los españoles abusando de nuestros privilegios de situación y clima, no nos hemos preocupado de trabajar con interés, y cuando algún obstáculo encontramos, o algún problema difícil se presenta, le abandonamos, sin abordar su solución, incluso en la región donde vivimos, que al clásico tesón parece haber substituído la abulia y la indiferencia, el problema siderúrgico lo hemos dejado sin resolver en el interior, donde habiendo mineral de hierro, no hay factorías dedicadas a su extracción, y preferimos al estudio del problema, ver impasibles cómo se consumen las energías naturales, trasladando con el gasto inútil consiguiente el mineral hasta la costa, para ser exportado a lejanos países que a pesar de los gastos puedan trabajarlo y devolvernos el lingote, o para ser empleado en nuestros establecimientos del litoral, dejando como digo nuestras factorías siderúrgicas a merced de los potentes cañones de las no menos poderosas escuadras enemigas, que en pocos minutos, sin derramar una gota de sangre enemiga, pero destruyendo nuestra riqueza, matando a nuestros compatriotas y condenándonos a la esclavitud y la miseria nos vencerían totalmente.

El Sr. Mendizábal, gran ingeniero, gran patriota, encariñado con el hierro por los largos años pasados entre él, ha querido que la Patria despierte y aprovechando sus fuentes naturales, las transforme estableciendo en el interior la «Electro-siderurgia» y a ese fin, en 1917, se fundó en Zaragoza bajo sus auspicios «La comisión de estudios electro-siderúrgicos» y en 1919 en Barcelona «La comisión de experiencias electro-siderúrgicas».

¿Qué puede resultar de estos trabajos y proyectos? Desconozco su estado actual. De la normalización de la vida mundial, es indudable que dependa. Si el éxito acompaña a las gestiones del iniciador, la riqueza acumulada en Teruel, donde los yacimientos carboníferos transformables en energía eléctrica, corren parejas en importancia con los yacimientos férreos, se pondrán en movimiento y la provincia hermana, que durante tanto tiem-

po fué con Soria y Almería la cenicienta de las provincias españolas, se podrá colocar a la cabeza de todas, compitiendo o compartiendo con Vizcaya, Santander y Asturias la supremacía industrial de la nación.

Que la suerte acompañe al Sr. Mendizábal en sus gestiones y que sus elucubraciones teóricas de hoy, sean positiva realidad en breve plazo, para bien de la Patria y de la Región.

\*  
\* \*

No he de entrar a tratar ninguno de los puntos que nuestro nuevo compañero ha desarrollado en su discurso. Sería en mi osadía e imperdonable atrevimiento. Sus observaciones, trabajos y acertadísimas resoluciones en la gran industria a que durante tantos años se ha dedicado le dan en el desarrollo del tema elegido una autoridad extraordinaria. Mucho cambio ha experimentado desgraciadamente la organización obrera en pocos meses. Las consecuencias funestísimas para la riqueza mundial, empiezan a tocarse. La industria, que durante el último siglo y principios del corriente alcanzó un desarrollo extraordinario, gracias al apoyo que le prestaron las ciencias experimentales, y que en pocos años la han hecho progresar más que desde el origen del mundo, parece haber alcanzado el punto máximo, al menos momentáneamente, merced al desbordamiento de las pasiones, a las ambiciones desenfrenadas de los elementos que la integran, y a la desaparición de la disciplina social, que de no restablecerse acabará en días con Europa, dando al traste con la meritísima labor organizadora de las grandes naciones industriales.

La lucha entre el capital y el trabajo llevado al estado agudo que en la actualidad presenta, parece preconizar el anulamiento del esfuerzo extraordinario que por el progreso se ha venido haciendo desde el período iniciado por la revolución francesa. El triunfo de la libertad y la abolición de la esclavitud, junto al

esfuerzo directivo de los técnicos científicos, consiguieron elevar el nivel de la riqueza mundial hasta alcanzar el esplendor por nosotros conocido en 1914. A partir de esta fecha, parece haberse iniciado uno período de descenso en la gráfica de la vida de la humanidad por ignorar todos sus verdaderos intereses.

Esta ignorancia humana, que hubiera sido posible corregir instruyendo y educando al hombre, ha experimentado una agravación en los momentos presentes, invadiendo a las masas de un virus excitante de su sistema nervioso, por la mala dirección o aplicación de los medios para corregir su extravío y por la agudización experimentada en el período de transformación del *Homo sapiens* en *Homo cruentus* al ensensibilizar o endurecerse las fibras cordiales durante la universal carnicería de 1914-18, que ha originado un verdadero estado patológico de orden cerebral, que es de esperar alcance un término en el que la Razón y la Justicia imperen, pero hasta que esto ocurra, la riqueza mundial la veremos disminuir, y si por medios, aun no vistos, no se llega a tiempo de restablecer el equilibrio preciso, la vieja Europa, emporio de riqueza y orgullo de la civilización, pasará rápidamente a obscurecerse y quién sabe si es que para ello no es llegado el período rápido de anulación, emulando otros análogos períodos de la Historia de la Humanidad, en que viejas y esplendorosas civilizaciones desaparecieron y aun se hallan los países que tan rudo golpe sufrieron sumidos en el abismo de la ignorancia y la barbarie.

Pocas veces habremos encontrado los españoles ocasión más propicia para elevar nuestra riqueza y dar a la nación el esplendor que durante siglos causó la admiración del mundo. Repuestos de pasadas refriegas, con un período casi largo de paz y de progreso, debíamos aunar nuestros esfuerzos para aprovecharnos de las circunstancias favorables que la actualidad nos presenta y tratar de ser en la Europa vieja y decrepita, anulada por la gigantesca lucha ha poco terminada, el centro directivo de la riqueza del viejo continente, validos de

nuestra admirable situación topográfica y de nuestros envidiados, y aún por explotar veneros de riqueza, y sin embargo, rubor causa el decirlo, por mala orientación de directores y dirigidos, por falta de instrucción en los más y de patriotismo en todos, vamos rápidamente colocando los jalones que señalan el camino de nuestra al parecer inevitable ruína.

Olvidando todos que en un país civilizado, los habitantes se hacen dos veces más ricos, cuando llegan a doblar la producción, porque se colocan en condiciones de poseer dos veces más cosas útiles o agradables, axioma que aún no han querido hacer comprender a nuestras masas los elementos directores, encaminamos a los dóciles obreros al abismo incitándoles a disminuir la producción para conseguir el anulamiento patronal y como los intereses de ambos están hermanados de tal forma, que la anulación de los de uno, representa la ruína positiva de los dos, la falta de producción a que vamos dirigiendo las masas, traerá como consecuencia el empobrecimiento de España, contribuyendo a la inminente ruína universal.

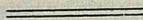
A evitarlo, debemos encaminar nuestros esfuerzos, y téngase presente que cuantas medidas se dispongan para acrecentar la producción, con mejoramiento de las condiciones del trabajo, en beneficio del obrero, serán medios positivos de acrecentar la riqueza mundial, ya que la organización, implica siempre un período largo y por lo tanto de resultados lentos, mientras la desorganización es instantáneamente demoledora.

Restablezcamos la armonía entre los elementos productores y habremos hecho por la civilización una gran obra. Organice-mos científica y racionalmente los trabajos, y veremos resurgir con esplendor la riqueza mundial. Eduquemos a patronos y obreros y el país en que esto se haga será rico. Estudiemos con Taylor las condiciones del trabajo de cada ramo de la producción, y el obrero instruido, producirá aunque no quiera, y cuando éste, convencido de que con el orden, la disciplina y la organización científica del trabajo, consigue con relativo poco esfuerzo un rendimiento grande que le permita satisfacer la

ambición humana de todo país civilizado, lo de desear hacer la vida lo más placentera posible, el aumento de producción será positivo, los que con fines bastardos se convierten en falsos redentores, no hallarán prosélitos entre las masas trabajadoras, y la calma tan deseada, se restablecerá para bien del orbe entero.

Ved si el técnico en la industria, tiene misión importante que cumplir.

HE DICHO.



SESIÓN DEL 11 DE MAZO DE 1919

---

## LA SIGNIFICACIÓN DE LA ELECTROQUÍMICA INDUSTRIAL CONTEMPORÁNEA

---

POR D. CASIMIRO LANA

---

Dice *Ostwald* (1) que aun cuando la Historia de las Ciencias no es de por sí un instrumento de trabajo científico, ofrece, sin embargo, un método para descubrir la verdad y para enriquecer el campo de aquellas.

Inspirado en esta afirmación voy a bosquejar con rasgos rápidos las diversas épocas por que han pasado los conocimientos electroquímicos hasta llegar a ser la base de un campo especial tan importante de la Química aplicada, como el hoy representado por la Electroquímica industrial.

Desde que *Thales de Mileto*, siglo y medio antes de la era cristiana, produjo electricidad frotando el ámbar (*ἤλεκτρον*) hasta comienzos del siglo XIX, no puede hablarse de Electroquímica histórica.

Cuando *Galvani* publicó su bien conocido experimento, en 1791, dábanse como existentes cinco clases de electricidad: la de frotamiento, la atmosférica, estudiada por *Franklin*, la «electricitas spontanea», señalada por *Wilke* al solidificarse ciertas substancias fundidas, la electricidad resultante de calentar la turmalina y la de ciertas especies animales.

Dentro del período prehistórico de la Electroquímica resaltan los nombres de *Priestley* (1733-1804) y de *Cavendish* (1731-

---

(1) *Ostwald*. «Entwicklung der Elektrochemie» 1910, pág. 2.

1810). El primero establece el hecho de que al saltar chispas eléctricas al través de un volumen determinado de aire, tiene lugar una contracción a la vez que se forma un cuerpo ácido; el segundo demuestra que son dos los ácidos formados: nitroso y nítrico.

Dado que el edificio electroquímico comenzó a ser construido a principios del siglo XIX, la Historia de la Electroquímica no ofrece dificultades de interpretación, porque los trabajos originales son muy modernos y por consiguiente de muy fácil acceso.

No voy a detenerme en exponer la labor de *Galvani* (1737-1798), labor que le indujo a formular su teoría sobre la «electricidad fisiológica», comparando el músculo a una botella de Leiden. *Alejandro Volta*, profesor de Física de la Universidad de Pavía, discutió, negó y anuló, mediante sus trabajos de laboratorio, aquella teoría de Galvani, demostrando que el origen de la electricidad residía en los metales usados en la experimentación y que el papel de la preparación de rana era el de un electroscopio sensible.

Cuando *Volta* se retiró a la vida privada, después de haber descubierto la pila eléctrica y de haber sentado su «teoría de los contactos», dejó sin explicar el fenómeno de la oxidación de las placas de zinc: este fué el punto de ataque para derribar el andamiaje de la hipótesis de *Volta* y para levantar la teoría de la «acción química».

En los diez primeros años del siglo XIX se desenvuelve una gran actividad electroquímica que culmina en dos figuras: *Ritter* (1776-1810) y *Davy* (1778-1820), alemán el primero e inglés el segundo. *Ritter* descompone el agua con el auxilio de la pila, destruye la idea de *Volta* de que su pila era un «perpetuum mobile» y substituye la teoría de los contactos por la teoría química.

*Davy*, el más genial de los electroquímicos ingleses de su época, es conocido principalmente por haber aislado electrolíticamente el potasio y el sodio.

Uno de los hombres a quien más debe la Electroquímica es *Miguel Faraday* (1791-1867), hijo de un herrador de las afueras de Londres. La Historia estará agradecida eternamente a *Davy* por haber ayudado en sus primeros pasos a aquel investigador extraordinario.

*Faraday* demostró que la electricidad de frotamiento y la galvánica son iguales: las únicas diferencias son de potencial y de intensidad. Su obra fundamental es la formulación de las leyes que rigen el paso de la corriente eléctrica por los conductores de segunda especie, es decir, por aquellos que se descomponen al verificarse dicho paso. La *ley de Faraday*, que establece la proporcionalidad entre la electricidad que pasa y la cantidad de cuerpo descompuesto es un prototipo de ley natural, porque se cumple independientemente de las condiciones de presión, temperatura, etc. Otro de los aciertos de *Faraday* fué el de establecer una nomenclatura química que aún está en boga hoy día; los nombres *electrolito* (λύω disuelto), *electrodo* (ὁδός, conduzco), *ánodo* (ἡ ἀνοδος camino arriba), *cátodo* ἡ κάτοδος, camino abajo y *ion* (ἰών, ἰοντος, que camina), son debidos a él.

*Faraday* fué menos afortunado al discurrir sobre la composición química de los iones. Su compatriota *Daniell* (1790-1845), en cambio, estimó la separación en metal y radical y sentó el concepto de las reacciones secundarias. *Daniell*, además, contribuyó con el invento de la pila de su nombre.

Desde las muertes de *Faraday* y de *Daniell* la Electroquímica ha sido cultivada con mayor intensidad en el continente, procediendo de Escuelas alemanas sus más fieles devotos.

*Hittorf* (1824-1897), natural de Bonn, ganó la veneración de la Historia por sus trabajos sobre las diferentes velocidades con que los iones se mueven en los electrolitos, resolviendo con esto el problema que *Daniell* dejó planteado, e iluminando uno de los puntos más oscuros del campo electroquímico.

Establecida ya la distinta resistencia que los iones encontraban en el disolvente para trasladarse, se deducía pensar que la conductibilidad de un electrolito debía de crecer con la velocidad de transporte de sus iones. Este hecho no recibió confirmación experimental hasta que *Kohlrausch* (1840-1910) salvó las dificultades que la técnica ofrecía en evitar los efectos de la electrolisis. Bien conocida de todos es su ingeniosa idea de usar corriente alterna con el puente de Wheatstone, utilizando el teléfono en vez del galvanómetro como instrumento indicador.

*Kohlrausch*, además, sentó la importante conclusión de que la conductibilidad de un electrolito está representada en todos los casos por la suma de las velocidades de transporte de sus

iones, formulando por otra parte, la ley sobre la completa independencia de los iones en el transporte.

Muy recientes son los progresos que imprimieron a la Electroquímica teórica *Arrhenius*, *Ostwald*, *Nernst* y *Le Blanc*. *Arrhenius* modela (1887) su teoría de la disolución electro-lítica basándose en experimentos de *Hittorf*, *Kohlrausch*, *Ostwald*, *Thomsen*, *Raoult* y suyos propios. *Nernst* establece (1888) su teoría de la pila voltaica y *Le Blanc* estudia los fenómenos de electrolisis. Como todas estas ideas son muy modernas, las supongo conocidas de los que me escucháis y no me detengo en ellas porque son muchas las cosas que quedan por tratar.

En los párrafos anteriores hemos trazado las líneas generales históricas de la Electroquímica pura. Tocante a la Historia de la Electroquímica aplicada diremos algo a medida que vayamos tratando de las distintas industrias electroquímicas. En este lugar bastará con afirmar que la aplicación industrial de los procedimientos electroquímicos comienza a realizarse de un modo sistemático en el último tercio del siglo XIX al inventar Siemens la dinamo y disponer de energía eléctrica relativamente barata. En nuestros días la Electroquímica industrial tiene un campo de acción perfectamente delimitado y especializado dentro de la industria química, hasta el punto de darse en algunas Escuelas de ingenieros la carrera de Ingeniería electroquímica, como veremos más adelante.

La energía eléctrica empleada en llevar a cabo reacciones químicas puede actuar de tres distintos modos, a saber: 1.º, por acción electrolítica, es decir, descomponiendo sales (en el vasto sentido que Hittorf dió a esta palabra: «las sales son los electrolitos») ya estén en solución ya fundidas; 2.º, por acción electrotérmica, en cuyo caso el efecto es debido al calor que produce la corriente eléctrica y 3.º, mediante descargas a través de gases.

Para que la fabricación de un producto por vía electroquímica sea viable desde el punto de vista industrial, es preciso que se cumpla una por lo menos de las circunstancias siguientes: 1.ª, que el producto no pueda ser obtenido por vía química ordinaria, como ocurre, p. ej. con el carborundo y otros carburos que se forman a temperaturas que sólo se pueden alcanzar con el auxilio del horno eléctrico; 2.ª, que el método electroquímico pueda competir con los métodos químicos por obtener

productos más baratos o más rápidos; 3.<sup>a</sup>, que aunque el coste de producción electroquímica sea algo superior al coste de producción química ordinaria, el producto, en cambio, reúna condiciones especiales de pureza o de constancia en la composición, como ocurre con ciertos aceros obtenidos con el horno eléctrico y 4.<sup>a</sup>, que el producto electroquímico resulte a igual precio que el producto químico: en este caso es siempre preferible el empleo de la corriente eléctrica por ser la forma más limpia y de mejor manejo de la energía.

Vamos a pasar una breve revista de las principales industrias electroquímicas contemporáneas por el orden siguiente: electrolíticas, electrotérmicas, mixtas y de descargas en gases.

Las industrias electrolíticas necesitan corrientes de poco voltaje y mucha intensidad: ésta, en relación con la cantidad de producto a elaborar. El voltaje de descomposición de los electrolitos oscila alrededor de dos voltios para soluciones normales. A este imprescindible voltaje de descomposición hay que agregar la resistencia del electrolito y las pérdidas de contacto. Todo el potencial que se invierte después de satisfechos los tres conceptos que acabamos de citar es una pérdida económica innecesaria, porque la energía eléctrica se paga por watios y el watio, como todos sabéis, es producto de dos factores: voltio, por amperio. Dicho de otro modo, como que el rendimiento material es independiente del potencial, ya que en la *ley de Faraday* sólo entra el factor cantidad de electricidad, cuanto más voltaje innecesario se use más se despilfarra.

*Refinado del cobre.*—Esta importante industria electroquímica tiene por objeto separar las impurezas que acompañan a las mejores clases de cobre obtenido por procesos metalúrgicos ordinarios, de cuyas impurezas unas son perjudiciales y otras beneficiables: el arsénico, que en una proporción de 1 por 100 disminuye cuatro veces la conductibilidad eléctrica del cobre, pertenece a la primera clase de impurezas: en cambio el oro y la plata proporcionan buen rendimiento al ser recogidos.

Para formarse idea más clara de la magnitud de esta industria citaremos la producción de cobre electrolítico en los Estados Unidos de Norte América en el año 1917: dicha producción se estima en 1.650.000 toneladas, mientras la cantidad de cobre producido que no sufrió el refinado electrolítico no pasó de un octavo de la cifra anterior.

Todos sabéis que el refinado del cobre es una operación sencillísima que consiste en colocar como ánodos en una solución de sulfato de cobre y ácido sulfúrico las barras del metal impuro y en electrolisar para que se deposite el metal puro en el cátodo. El gasto en tensión eléctrica es muy pequeño: la operación se lleva a cabo con 0.1 a 0.3 voltios requeridos para vencer la resistencia del baño y la fuerza electromotriz de polarización.

Para poder observar el resultado químico que se consigue con el refinado citamos a continuación algunas cifras procedentes de las dos grandes refinerías americanas de *Great Falls* y de *Anaconda*.

| COMPOSICIÓN DE LOS ÁNODOS            | Great Falls | Anaconda |
|--------------------------------------|-------------|----------|
| Cobre. . . . .                       | 99.27       | 99.25    |
| Asénico y antimonio . . . . .        | 0.07        | 0.10     |
| Plata (gramos por tonelada). . . . . | 1712.00     | 2555.00  |
| Oro (gramos por tonelada) . . . . .  | 6.24        | 14.16    |

| COMPOSICIÓN DE LOS CÁTODOS           | Great Falls | Anaconda |
|--------------------------------------|-------------|----------|
| Cobre. . . . .                       | 99.95       | 99.96    |
| Arsénico. . . . .                    | 0.0012      | 0.0009   |
| Antimonio . . . . .                  | 0.0033      | 0.0023   |
| Plata (gramos por tonelada). . . . . | 28.35       | 7.07     |

Los barros anódicos, en donde quedan las impurezas, tienen la siguiente composición:

| BARROS ANÓDICOS                           | Great Falls | Anaconda |
|---|-------------|----------|
| Cobre (por ciento) . . . . .              | 18          | 10       |
| Plata (kilogramos por tonelada) . . . . . | 425         | 510      |
| Oro (gramos por tonelada) . . . . .       | 1.076       | 2.835    |

La plata sacada de los barros anódicos del refinado del cobre electrolítico en 1917 fué, según mis cálculos aproximados, de 53.600 toneladas y la cantidad de oro procedente de la misma operación fué de 67.800 kilogramos.

En los últimos años se ha reducido el coste del refinado del cobre de 100 pesetas a 20 o 25 pesetas por tonelada. Hoy día aún se pierde en las resistencias de contacto una cuarta parte de la energía eléctrica consumida.

Modernamente se han puesto en práctica, con buen éxito, procesos electroquímicos de tratamiento directo de los minerales de cobre, es decir, sin pasar por los procedimientos metalúrgicos ordinarios para obtener el cobre metálico.

Creo que con lo dicho basta para daros cuenta de esa industria electroquímica que nació hacia el año 1870 y cuya importancia en nuestros días es extraordinaria por la significación que tiene el cobre electrolítico en las industrias electrotécnicas.

No podemos ocuparnos, por falta de tiempo, de todos los refinados electrolíticos de metales hoy en práctica. Entre ellos se cuentan el oro, la plata, el plomo, el bismuto, el estaño, el níquel, el zinc y el hierro como principales. Sólo diré unas palabras acerca del desestañado de la hoja de lata, procedimiento que hoy han desechado las grandes casas electrometalúrgicas, pero que sigue practicándose en instalaciones modestas.

En el año 1908 la casa Th. Goldschmidt de Essen desestañó 50.000 toneladas de chatarra y otras casas alemanas la mitad de esta cifra, obteniendo en conjunto 1.500 toneladas de estaño, que representaron el 10 por 100 del consumo de ese metal en Alemania.

El procedimiento es sencillo en teoría, pero tiene sus dificultades técnicas. Los retajos de hoja de lata se colocan en cestas de ancha malla de hierro que hacen de ánodos en un electrolito de hidrato sódico. Al electrolisar, el estaño se deposita en los cátodos de hierro, mientras el hierro de la chatarra queda insoluble por haberse vuelto pasivo.

Actualmente, la citada casa Goldschmidt desestaña por un procedimiento puramente químico: el de someter la chatarra prensada en paquetes a la acción de cloro gaseoso y seco y obtener de este modo cloruro de estaño que sirve de punto de partida para hacer preparados de este metal.

Pasemos a otro grupo de industrias electrolíticas de gran importancia: las que resultan de la electrolisis de soluciones de cloruros alcalinos. Los productos químicos que de ellos se obtienen son: cloro, hidratos alcalinos, hipocloritos y cloratos.

*Electrolisis de cloruros alcalinos.*— En la electrolisis acuosa de los cloruros alcalinos se recogen tres productos: cloro en el ánodo e hidrato alcalino e hidrógeno en el cátodo.

El problema fundamental en esta industria consiste en separar los productos anódicos de los catódicos para que no reaccionen entre sí y esto se consigue por uno de los tres procedimientos siguientes: 1.º, separando los espacios anódico y catódico por medio de un diafragma poroso: 2.º, construyendo los aparatos de tal forma que los gases desprendidos en los electrodos tengan fácil acceso al exterior y encuentren dificultada la difusión por el electrolito y 3.º, recogiendo el metal alcalino sobre un cátodo de mercurio con el cual forma la amalgama correspondiente: esta amalgama es descompuesta fuera de la cuba electrolítica por la acción del agua, obteniendo el hidrato alcalino a la vez que se regenera el mercurio. Estos métodos de operar son conocidos respectivamente por los nombres de métodos de diafragma, de campanas y de mercurio.

Desde el año 1895 los procedimientos electrolíticos desterraron a los laboriosos métodos químicos que hacían pasar al cloruro sódico por una operación intermedia, obteniendo ácido clorhídrico y sosa Leblanc, cuyo ácido clorhídrico tratado por bióxido de manganeso daba cloro (método Weldon) y cuya sosa tratada por la cal daba hidrato sódico.

Como una cantidad determinada de electricidad separa cantidades equivalentes de distintos productos químicos, en la electrolisis de los cloruros alcalinos se obtienen cantidades equivalentes de cloruro e hidrato: y como en el mercado hay mucha más demanda de éste que de aquél, el proceso industrial electroquímico está limitado por el consumo de cloro. Cada día se buscan nuevas aplicaciones al cloro para poder aumentar la producción de hidrato electrolítico.

Uno de los consumos más importantes de cloro es el de la fabricación de *cloruro de cal*. En 1909 se produjeron en Alemania 300.000 toneladas de este cuerpo. Otros empleos del cloro son: en el desestañado de la hoja de lata, ya citado, y en múltiples operaciones de Química orgánica industrial. La Badische Anilin und Sodafabrik tenía ya en 1904 una instalación de 4000 HP para producción de cloro electrolítico que empleaba principalmente en preparar el ácido monocloraacético y el hipoclorito sódico necesarios para fabricar el índigo artificial. El cloro también desempeña un gran papel como desinfectante. En la

guerra pasada la maravillosa solución de Carrell y Dakin no era sino una solución acuosa de hipoclorito sódico, equivalente a 0'45-0'50 de cloro. Con dicha solución sanaban el 99 % de las heridas infectas, lo cual trajo consigo un inmenso adelanto, ya que el 80 % de las amputaciones y el 75 % de las defunciones en las primeras veinticuatro horas después de recibida la herida eran debidas a infecciones.

En 1912 se comenzó a utilizar el cloro líquido para desinfectar las aguas de las grandes ciudades y hoy día pasan de 5.000 las poblaciones de los Estados Unidos y Canadá que lo emplean con ese fin.

El hidrógeno, producto catódico secundario, no era recogido en los primeros tiempos de la electrolisis industrial de los cloruros alcalinos: pero más tarde dicho hidrógeno tuvo mucha importancia, en particular cuando se dió, en 1907, el gran impulso a la aerostación. Otros usos del hidrógeno son: para la soldadura autógena, en la saturación de ácidos grasos y desde hace poco tiempo para la síntesis directa del amoníaco.

Una de las primeras industrias electrolíticas fué la de los cloratos alcalinos. En 1899 se instaló en Suiza la primera fábrica de esa índole y hoy día casi todo el clorato que se emplea en la fabricación de explosivos, de cerillas, de fuegos artificiales, etcétera, se obtiene electrolíticamente con un rendimiento de corriente de 90 %. La reacción electroquímica es igual a la reacción química.

*Persulfatos.*—La industria de los persulfatos es esencialmente electrolítica. Las aplicaciones de estos cuerpos son de todos conocidas: en fotografía, en la industria de jabones y para oxidaciones orgánicas.

Son muchas las cosas que faltan decir para ajustarnos al tema de esta conferencia y no podemos dedicar tiempo a la descripción de otras industrias electrolíticas cuales son: la del hidrógeno y oxígeno, la galvanoplastia, la fabricación de pilas y acumuladores, los preparados con electrodos solubles, el yodoformo, el ácido acético, etc. Tampoco vamos a hablar de las electrolisis de sales fundidas: pertenecen a este grupo las técnicas para obtener el sodio, el potasio, el calcio, el magnesio, etcétera. Este último metal tiene mucha importancia desde que se emplea en grandes cantidades en la fabricación de aleaciones de gran dureza y poco peso para la industria de los aeroplanos,

Pasemos a las industrias electrotérmicas.

Las operaciones electrotérmicas se llevan a cabo en *hornos eléctricos*. Hay tres clases de hornos eléctricos: de arco, de resistencia y de inducción. El horno eléctrico de arco es el que más altas temperaturas suministra: la temperatura máxima está limitada sólo por la destrucción de los electrodos de carbón. El calor se trasmite a la carga por radiación. El horno eléctrico de resistencia da calor como resultado del paso de la corriente por un cuerpo mal conductor, que puede ser la carga misma o una resistencia dispuesta en derredor suyo. El horno de inducción, usado en la fabricación de aceros, está basado en colocar la carga líquida como secundario de un transformador formando un anillo cerrado en un crisol anular.

*Carburo de calcio*.—La más antigua industria electrotérmica es la fabricación del carburo de calcio, producto que se emplea en la generación de acetileno y en la fabricación de la cianamida. En 1908 la producción mundial de carburo de calcio fué de 175.000 toneladas. La Unión Carbide Company de Niágara Falls exportaba dicho producto a 250 pesetas tonelada.

El proceso químico de formación del carburo de calcio bien sabido es que tiene lugar por reacción del carbonato de calcio con el carbón.

*Aceros eléctricos*.—La producción de aceros eléctricos no había alcanzado éxito antes de la guerra: más bien era mirada con cierto recelo; pero las condiciones variaron mucho durante los cuatro últimos años, como lo prueban las siguientes cifras. En los Estados Unidos se fabricaron en el año 1914, 24.000 toneladas de aceros eléctricos y en 1917 se produjeron 750.000 toneladas. En cuatro años, el número de hornos eléctricos existentes en el mundo entero pasó de 213 a 733.

*Hierro eléctrico*.—La reducción directa de los óxidos de hierro a metal en los hornos eléctricos sólo es practicable en aquellos países como Noruega, en donde la energía hidroeléctrica es muy barata y existe además en grandes cantidades, y en donde, a la vez, se carece de carbones adecuados.

*Ferroaleaciones*.—La fabricación electrotérmica de las ferroaleaciones es una industria fundamental por el papel que desempeña en la preparación de los *aceros especiales*. Excepto el ferromanganeso, todas las ferroaleaciones pueden llamarse

hijas del horno eléctrico. El ferrosilicio, el ferrocromo, el ferrovanadio, el ferrotungsteno, el ferroníquel y el ferrotitanio son indispensables en la moderna industria de los aceros, ya sean empleados como desoxidantes ya como vehículos que aportan los elementos característicos de los aceros especiales. La mayor parte de los 28.000.000 toneladas de materiales de acero construidos en 1915 en los Estados Unidos, fueron desoxidados con ferrosilicio. Las corazas de los barcos de guerra y los proyectiles perforantes de las mismas están hechos a base de aceros cromados obtenidos con ferrocromo. Las más valiosas de las herramientas de la industria mecánica actual, los utensilios de corte rápido, son de aceros especiales fabricados con ferroleaciones de los metales raros vanadio, tungsteno etc.

*Abrasivos artificiales.*—Con este nombre se designan cuerpos de gran dureza, productos del horno eléctrico, empleados en desgastar aceros de todas clases para conseguir ajustes exactísimos en los trabajos mecánicos. Entre ellos están el *carborundo*, el *crystalón*, el *exalón*, etc. (todos ellos carburo de silicio con distintos nombres comerciales) y el *alundo*, que es óxido de aluminio.

El carborundo se obtiene en hornos de resistencia con cargas de arena (99'5 % de sílice) y coke. La carga misma es la resistencia. En el año 1892 se produjo una tonelada de este producto en los Estados Unidos y en 1909 se produjeron 2.983 toneladas. El precio de producción en este último año citado fué de 0'45 a 0'55 pesetas kilogramo y el precio medio de venta fué de 1'10 pesetas kilogramo. Las ruedas o muelas de carborundo empleadas en las industrias mecánicas están compuestas de polvo de carborundo y un poco de caolín o feldespato que hacen de aglutinante: dichas muelas son cocidas en hornos como los usados en la manufactura de la porcelana.

No se concibe la precisión en los talleres mecánicos actuales sin los abrasivos artificiales que permiten trabajar con gran rapidez.

En la segunda exposición de industrias químicas de los Estados Unidos, en otoño de 1916, se exhibió un chasis de automóvil indicando las relaciones de la industria electroquímica en general con las distintas partes del mecanismo. Las diversas piezas de acero cromo vanadio, de cobre electrolítico, de acero silicio etc., estaban marcadas con rótulos, y un sin número de

estos indicaban por todas partes el uso de los abrasivos artificiales; en donde existían dos metales en contacto móvil habían sido ajustados, por lo menos a la milésima de pulgada, mediante el concurso de los repetidos abrasivos artificiales. Sin estos productos del horno eléctrico se estima que la producción de la industria mecánica no llegaría a una quinta parte de la producción actual.

Ciertos materiales refractarios, como por ejemplo el óxido de magnesio empleado en recubrir interiormente hornos para trabajar a altas temperaturas, son preparadas mediante el horno eléctrico.

Merecen ser mencionados, para terminar con esta sección, otros tres productos del horno eléctrico: el grafito artificial, el fósforo y el sulfuro de carbono.

*Grafito artificial.*—La importancia de esta industria electro-térmica se basa en el empleo que tiene el grafito artificial en la construcción de electrodos. En 1897 se fabricaron 73.500 kilogramos y en 1909, 3.550.000 kilogramos que importaron 2.335.000 pesetas.

*Fósforo.*—La mitad del consumo mundial del fósforo se suple por el horno eléctrico, utilizando la reacción de Wöhler, que consiste en reducir el fosfato tricálcico por la sílice y el carbón.

*Sulfuro de carbono.*—Este producto se fabrica electrotérmicamente desde comienzos de siglo en Penn Yan, Estado de Nueva York. La instalación del inventor del procedimiento, E. R. Taylor, producía en 1903, 3.175 kilogramos diarios y el horno de operación continua, había trabajado dos años y medio sin más que una interrupción necesaria para proceder a su limpieza.

Como prototipo de proceso electrotérmico-electrolítico está la fabricación del *aluminio*. Químicamente la operación consiste en electrolisar alúmina pura disuelta en el fluoruro doble de aluminio y sodio llamado *criolita*. El horno usado es del tipo Heroult, de arco. La masa se mantiene fundida mediante el calor que proporciona la corriente, que es alterna para este fin, mientras el metal se separa en el cátodo gracias al paso de una corriente directa adecuada. En 1897 se produjeron en Estados Unidos y Canadá 1.812.000 kgs. a 3'40 pesetas kg., y en 1909 se fabricaron 6.800.000 kgs. a 2'43 pesetas kg. La producción mundial de aluminio en 1909 se estima en 24.000 toneladas, y el precio de manufactura, sin incluir amortización, vino a ser de 1'65

pesetas kg. Cuando Wöhler, en 1827, aisló el aluminio reduciendo su óxido por el potasio metálico, un kilo de aluminio hubiera costado unas 20.000 pesetas.

Para terminar con esta parte de mi conferencia pasemos a las industrias electroquímicas basadas en las descargas a través de gases. Las únicas que merecen ser consideradas como tales son: la fijación del nitrógeno atmosférico y la fabricación de ozono. Por razones de exposición incluimos aquí algunos procesos que no son de la índole recién citada.

*Nitratos sintéticos.*—La fijación del nitrógeno por métodos electroquímicos es uno de los grandes problemas, de cuya resolución puede estar orgullosa la edad científica contemporánea.

Los compuestos de nitrógeno son imprescindibles como abonos y son fundamentales en la industria química.

Las fuentes naturales de nitrógeno son: el atmosférico, que en volumen forma un 80% del aire y los yacimientos de nitratos de Chile.

El nitrógeno atmosférico es un elemento muy inerte y hasta que se encontraron, pocos años ha, los métodos electroquímicos para hacerle entrar en reacción, todos los compuestos de nitrógeno tenían como base los citados nitratos de Chile. Por otra parte, estos nitratos de Chile, según cálculo efectuado por expertos, sólo durarán hasta 1940 y como la humanidad estaba condenada a morir de hambre el día que no dispusiera de una fuente de nitratos en gran escala, se puso en acción gran entusiasmo y mucha constancia para resolver el repetido problema de la fijación del nitrógeno atmosférico. La voz de alarma fué dada por Sir William Crookes en 1898, pero la solución definitiva, fuerza es confesarlo, es un hecho gracias a las exigencias de la guerra pasada. De 1914 a 1918 se hicieron más progresos en este particular, que de 1898 a 1914. La razón de esto es que casi todos los explosivos militares contienen un elevado tanto por ciento de nitrógeno. Suponiendo que se parta del nitrato sódico, para la fabricación de un kilogramo de materia explosiva, se necesitan, como promedio, cuatro kilogramos de nitrato según puede verse al detalle en la tabla siguiente:

| EXPLOSIVO                  | Kilogramos de nitrato<br>necesarios |
|----------------------------|-------------------------------------|
| Pólvora sin humo. . . . .  | 3'75                                |
| Trinitrotolueno . . . . .  | 3'75                                |
| Acido pícrico . . . . .    | 5'50                                |
| Otros explosivos . . . . . | 3'30                                |

Hoy día se practican tres métodos para la fijación del nitrógeno atmosférico: 1.º, el de la cianamida, 2.º, el de oxidación por el arco eléctrico, y 3.º, la síntesis directa a amoníaco.

Cuando el nitrógeno se fija al estado de cianamida con destino a ser utilizada esta como abono, el proceso tiene lugar en dos fases: 1.ª, obtención de carburo de calcio, haciendo reaccionar piedra caliza con carbón en el horno eléctrico y 2.ª, combinación de este carburo con nitrógeno seco, a unos 1.000º, para obtener la cianamida.

La cianamida comercial contiene de 20 a 22'5 % de nitrógeno, es decir 85 a 90 % de la cantidad teórica de nitrógeno.

Cuando se quiere obtener ácido nítrico por este método hay que pasar por estas otras dos fases: 1.ª, descomposición de la cianamida por vapor de agua a presión para formar amoníaco. 2.ª, oxidación del amoníaco por la acción del aire para formar ácido nítrico de 50 % de concentración.

Para fijar una tonelada de nitrógeno por este procedimiento al estado de ácido nítrico se necesitan 2'5 HP. año.

El segundo método, conocido por método de *Birkeland* y *Edye* consiste en oxidar el nitrógeno, por la acción del arco eléctrico, convirtiéndolo en óxido nítrico, cuyo óxido nítrico, a su vez, es oxidado en el aire, con lo cual se obtiene una solución acuosa de ácido nítrico de 35 % de concentración.

Este método se viene practicando desde 1905, año en que se instaló la primera fábrica de esta clase en Nottoden, Noruega. Para convertir una tonelada de nitrógeno en ácido nítrico se necesitan 10'5 HP. año.

El tercer método, la síntesis directa a amoníaco se verifica por una reacción catalítica uniendo el nitrógeno al hidrógeno a 500-600º y a más de 100 atmósferas de presión. Este proceso industrial no es electroquímico: el consumo de energía eléctrica no es imprescindible y se limita a 0'5 HP. año por tonelada de nitrógeno fijado.

Para darse cuenta de la importancia que los nitratos sintéticos tienen hoy día basta decir que el Gobierno de los Estados Unidos está gastando 750.000.000 pesetas en la dotación de energía hidroeléctrica y en la construcción de cuatro fábricas para practicar en grande dicha industria. Los diques se construyen en el río Tennessee, en el Estado de Alabama, y las fábricas son emplazadas en las cercanías de Muscle Shoals. La cantidad de nitrato que se presupone sintetizar por año es de 341.000 toneladas, es decir, casi lo que importó dicho país en nitrato sódico de Chile en 1914 y una quinta parte de la importación de dicho producto en 1917.

Digamos dos palabras de la industria del ozono.

*Ozono.* —El único procedimiento industrial para producir este cuerpo es la descarga del efluvio eléctrico practicada en aparatos especiales llamados ozonizadores. Se emplea para purificar el agua, como agente oxidante, en Química orgánica y como decolorante.

Antes de entrar en el aspecto didáctico de las disciplinas que nos ocupan citaré unas cifras referentes al rendimiento de los métodos electroquímicos más importantes.

Comencemos por hacer notar que la expresión «kilowatio año» que circula en la industria no representa la energía de un kilowatio utilizado las 24 horas del día y durante los 365 días del año. El promedio de horas de trabajo por año, incluyendo las fábricas montadas para labor continua, es de 8.000, debido a las paradas forzosas para reparar accidentes, para limpieza, etc. Por esta razón se ha convenido en llamar en la industria «kilowatio año» a la magnitud 8.000 kilowatios hora.

Partiendo de esta base, la producción por kilowatio año (8.000 kw. h.) para distintos fabricados es la siguiente:

| PRODUCTOS ELECTROLÍTICOS                 | Kilogramos por<br>kw. año |
|--|---------------------------|
| Cobre (refinado electrolítico) . . . . . | 90.000 a 95.000           |
| Hierro (puro electrolítico) . . . . .    | 2.000                     |
| Cloro . . . . .                          | 6.000 a 8.000             |
| Sosa cáustica . . . . .                  | 6.000 a 8.000             |
| Clorato potásico . . . . .               | 6.000 a 8.000             |
| Sodio metálico . . . . .                 | 550                       |
| Magnesio . . . . .                       | 300                       |

| PRODUCTOS ELECTROTÉRMICOS                       | Kilogramos por kw. año |
|---|------------------------|
| Carburo de calcio. . . . .                      | 1.600 a 1.800          |
| Acero (ordinario, carga fría). . . . .          | 12.000 a 15.000        |
| Acero (superior, carga fría) . . . . .          | 10.000 a 12.000        |
| Acero (sólo refinado, carga fundida). . . . .   | 35.000 a 45.000        |
| Hierro (reducción directa del mineral). . . . . | 3.000 a 4.000          |
| Hierro (de torneaduras de acero) . . . . .      | 10.000 a 12.000        |
| Ferrosilicio (50 % silicio). . . . .            | 1.000 a 1.100          |
| Ferrosilicio (90 % silicio). . . . .            | 350 a 400              |
| Ferrotungsteno (50 % tungsteno) . . . . .       | 1.000                  |
| Ferromolibdeno . . . . .                        | 900                    |
| Ferrocromo . . . . .                            | 800 a 900              |
| Ferróníquel (50 % níquel). . . . .              | 300                    |
| Carborundo (cristalizado) . . . . .             | 300                    |
| Carborundo (amorfo) . . . . .                   | 500 a 600              |
| Aluminio . . . . .                              | 250 a 270              |

Expuesta en líneas generales la importancia de las industrias electroquímicas de nuestros días, pasemos a examinar la atención que se concede a la enseñanza de estas disciplinas.

En ciertas Escuelas de ingenieros de los países que figuran a la cabeza de los progresos técnicos, Alemania y Estados Unidos, ofrecen estudios sistemáticos preparatorios para ejercer la profesión de ingeniero electroquímico. Y para dar una idea concreta de un plan de estudios, me limitaré a hablar del que sigue la Escuela de Ingenieros de Boston (Massachusetts Institute of Technology) en donde yo pasé dos años aprendiendo y enseñando Electroquímica: razón por la que conozco bastante a fondo el sistema de enseñanza y los laboratorios de dicha Escuela y que me permitirá hablar sobre seguro.

La carrera de ingeniería electroquímica, como casi todas las carreras de los Estados Unidos, dura cuatro años (de dos semestres o «terms» cada uno), al cabo de los cuales se obtiene el título de «Bachelor of Sciences» o «Engineer» según las Escuelas. Un año más de estudio lleva al título de «Master of Science» y tres años de labor después de haber obtenido el primer título citado conducen al título de «Doctor of Engineering».

Creo interesante el comparar cualitativa y cuantitativamente las materias que se cursan en las tres carreras químicas (Química pura, Ingeniería química e Ingeniería electroquímica) que ofrece la Escuela mencionada, dando el número de horas empleadas en ejercicios (Ej.) en la Escuela y el de horas que se necesitan aproximadamente para preparar (Pr.) estos ejercicios en casa.

|  | PRIMER AÑO.—PRIMER SEMESTRE |     |
|--|-----------------------------|-----|
|  | Horas                       |     |
| (común a las 15 carreras que se pueden estudiar en la Escuela) | Ej.                         | Pr. |
| Matemáticas. . . . .   | 30                          | 60  |
| Trigonometría plana. . . . .                                   | 30                          | 60  |
| Química inorgánica (conferencias, clases y laboratorio)        | 120                         | 60  |
| Dibujo lineal y Geometría descriptiva. . . . .                 | 90                          | 0   |
| Dibujo de figura . . . . .                                     | 30                          | 0   |
| Alemán. . . . .  | 45                          | 90  |
| Literatura y composición inglesas . . . . .                    | 30                          | 30  |
| Instrucción militar. . . . .                                   | 45                          | 0   |
| Gimnasia. . . . .  | 25                          | 0   |

PRIMER AÑO.—SEGUNDO TRIMESTRE

(común a las tres carreras químicas)

|   |     |     |
|---|-----|-----|
| Matemáticas. . . . .                                    | 60  | 120 |
| Química inorgánica (conferencias, clases y laboratorio) | 120 | 60  |
| Dibujo lineal y Geometría descriptiva. . . . .          | 90  | 0   |
| Dibujo de figura . . . . .                              | 15  | 0   |
| Alemán. . . . .   | 45  | 60  |
| Inglés . . . . .  | 30  | 30  |
| Historia . . . . .                                      | 30  | 30  |
| Instrucción militar . . . . .                           | 45  | 0   |
| Gimnasia. . . . .                                       | 15  | 0   |

**Segundo año.—Primer semestre**

|                               | Horas |     |                                | Horas |     |                               | Horas |     |
|-------------------------------|-------|-----|--------------------------------|-------|-----|-------------------------------|-------|-----|
|                               | Ej.   | Pr. |                                | Ej.   | Pr. |                               | Ej.   | Pr. |
| <b>QUIMICA PURA</b>           |       |     | <b>INGENIERIA QUIM.</b>        |       |     | <b>INGENIERIA ELECT.</b>      |       |     |
| Análisis cuantitat. . . . .   | 130   | 19  | Análisis cuantitat. . . . .    | 185   | 30  | Análisis cuantitat. . . . .   | 120   | 15  |
| Física . . . . .              | 90    | 75  | Física . . . . .               | 90    | 75  | Física . . . . .              | 90    | 75  |
| Prácticas de Física . . . . . | 30    | 30  | Prácticas de Física . . . . .  | 30    | 30  | Prácticas de Física . . . . . | 30    | 30  |
| Matemáticas. . . . .          | 45    | 90  | Matemáticas . . . . .          | 45    | 90  | Matemáticas . . . . .         | 45    | 90  |
| Alemán . . . . .              | 45    | 90  | Alemán . . . . .               | 30    | 45  | Alemán . . . . .              | 45    | 60  |
| Inglés. . . . .               | 30    | 30  | Inglés. . . . .                | 30    | 30  | Inglés. . . . .               | 30    | 30  |
|                               |       |     | Misión del Ingro quím. . . . . | 10    | 0   | Dibujo de máquinas. . . . .   | 30    | 0   |
|                               |       |     |                                |       |     | Taller de torno. . . . .      | 30    | 0   |

**Segundo año.—Segundo semestre**

|  |     |    |                               |     |    |                               |     |    |
|--|-----|----|-------------------------------|-----|----|-------------------------------|-----|----|
| Análisis cuantitat. . . . .                                | 195 | 15 | Análisis cuantitat. . . . .   | 115 | 15 | Análisis cuantitat. . . . .   | 100 | 15 |
| Física . . . . .   | 75  | 60 | Física . . . . .              | 75  | 60 | Física . . . . .              | 75  | 60 |
| Prácticas de Física . . . . .                              | 30  | 30 | Prácticas de Física . . . . . | 30  | 30 | Prácticas de Física . . . . . | 30  | 30 |
| Cálculo de errores . . . . .                               | 10  | 10 | Cálculo de errores . . . . .  | 10  | 10 | Cálculo de errores . . . . .  | 10  | 10 |
| Inglés. . . . .  | 30  | 45 | Inglés. . . . .               | 30  | 30 | Inglés. . . . .               | 30  | 30 |
| Literatura química . . . . .                               | 30  | 55 | Matemáticas. . . . .          | 45  | 90 | Matemáticas . . . . .         | 45  | 90 |
|  |     |    | Máquinas . . . . .            | 45  | 75 | Mecánica aplicada . . . . .   | 45  | 90 |
|  |     |    | Dibujo de máquinas. . . . .   | 60  | 0  | Análisis de gas . . . . .     | 20  | 10 |
|  |     |    |                               |     |    | Taller de torno. . . . .      | 30  | 0  |
| <b>OPCIONES</b>  |     |    |                               |     |    |                               |     |    |
| 1. <sup>a</sup> Matemáticas. . . . .                       | 45  | 90 |                               |     |    |                               |     |    |
| 2. <sup>a</sup> Geología general . . . . .                 | 45  | 30 |                               |     |    |                               |     |    |
| 3. <sup>a</sup> Biología general y bacteriología . . . . . | 45  | 15 |                               |     |    |                               |     |    |

**Tercer año.—Primer semestre**

|  | Horas |     |   | Horas |     |   | Horas |     |
|--|-------|-----|---|-------|-----|---|-------|-----|
|  | Ej.   | Pr. |   | Ej.   | Pr. |   | Ej.   | Pr. |
| <b>QUIMICA PURA</b>                                      |       |     | <b>INGENIERIA QUIM.</b>                 |       |     | <b>INGENIERO ELECT.</b>                     |       |     |
| Química } Clases . . . . .                               | 55    | 75  | Química } Clases . . . . .              | 55    | 75  | Principios de Ingeniería                    |       |     |
| teórica } Laboratorio . . . . .                          | 20    | 15  | teórica } Laboratorio . . . . .         | 20    | 15  | eléctrica . . . . .                         | 75    | 115 |
| Química orgánica. . . . .                                | 60    | 45  | Química orgánica . . . . .              | 60    | 45  | Química orgánica. . . . .                   | 30    | 30  |
| Prácticas de Química orgánica . . . . .                  | 75    | 0   | Prácticas de Química orgánica . . . . . | 45    | 0   | Química teórica . . . . .                   | 45    | 75  |
| Problemas experimentales de Química inorgánica . . . . . | 165   | 15  | Dibujo de máquinas. . . . .             | 60    | 0   | Prácticas de Ingeniería eléctrica . . . . . | 60    | 50  |
| Historia . . . . .                                       | 30    | 30  | Mecánica aplicada . . . . .             | 60    | 90  | Ensayos docimast. . . . .                   | 30    | 15  |
| Economía política. . . . .                               | 45    | 45  | Historia . . . . .                      | 30    | 30  | Historia . . . . .                          | 30    | 30  |
| Estudios generales . . . . .                             | 45    |     | Economía política . . . . .             | 45    | 45  | Economía política . . . . .                 | 45    | 45  |
|  |       |     | Estudios generales . . . . .            | 45    |     | Estudios generales . . . . .                | 45    |     |

**Tercer año.—Segundo semestre**

|  |     |    |   |     |    |  |    |    |
|--|-----|----|---|-----|----|--|----|----|
| Química } Clases . . . . .                             | 55  | 75 | Química } Clases . . . . .              | 55  | 75 | Química teórica . . . . .                    | 45 | 75 |
| teórica } Laboratorio . . . . .                        | 20  | 15 | teórica } Laboratorio . . . . .         | 20  | 15 | Ingeniería del calor . . . . .               | 30 | 15 |
| Química orgánica. . . . .                              | 15  | 30 | Química orgánica. . . . .               | 45  | 30 | Prácticas de Química orgánica . . . . .      | 75 | 0  |
| Prácticas de Química orgánica . . . . .                | 180 | 15 | Prácticas de Química orgánica . . . . . | 105 | 0  | Principios de Ingeniería eléctrica . . . . . | 60 | 75 |
| Problemas experimentales de Química orgánica . . . . . | 165 | 15 | Ingeniería química . . . . .            | 30  | 45 | Máquinas . . . . .                           | 30 | 60 |
| Derecho mercantil . . . . .                            | 15  | 15 | Ingeniería del calor . . . . .          | 30  | 45 | Matemáticas . . . . .                        | 30 | 60 |
| Estudios generales . . . . .                           | 75  |    | Mecánica aplicada . . . . .             | 45  | 75 | Derecho mercantil . . . . .                  | 15 | 15 |
|  |     |    | Estudios generales . . . . .            | 75  |    | Estudios generales . . . . .                 | 75 |    |
|  |     |    |   |     |    | Prácticas de Ingeniería eléctrica . . . . .  | 30 | 30 |



Los trabajos electroquímicos de laboratorio realizados por los alumnos eran los siguientes: en el primer semestre (15 semanas) del cuarto año, estudio y práctica con voltímetros de diferentes tipos, determinación del número de transporte de los iones del nitrato de plata, determinación de la conductibilidad y constante de equilibrio del ácido succínico, determinación de la conductibilidad del ácido clorhídrico, determinación de la conductibilidad del nitrato sódico fundido, estudio experimental de la pila Daniell, medidas de pilas de concentración de sulfato de zinc, medidas de pilas de oxidación y reducción, determinación de la energía libre del nitrato de plata, medidas de voltajes de descomposición y polarización.

El laboratorio de medidas electroquímicas en donde estos ejercicios tenían lugar constaba de 24 sitios amplios de trabajo, cada uno de ellos dotado de corrientes directa, alterna, de acumuladores y de alta frecuencia, además de las instalaciones correspondientes de gas, vacío, aire comprimido y termostato.

En el segundo semestre del cuarto año (10 semanas) los trabajos de laboratorio eran: obtenciones de carborundo, ferrosilicio, carburo de calcio, aluminio y hierro con los distintos tipos de hornos eléctricos (Moissan, Borchers, Hoskins, Heroult, Kjelling, etc.), estudio del horno eléctrico de vacío, preparaciones de hipoclorito sódico, clorato potásico, blanco de plomo y estudio del acumulador de plomo.

El laboratorio de Electroquímica aplicada consta de un amplio local para hornos eléctricos, un cuarto para las operaciones electrolíticas, otro para moler y pulir, uno para las baterías de acumuladores y dos para almacenes.

Los hornos eléctricos funcionan mediante tres transformadores de 150, 75 y 50 kilowatios respectivamente (es decir, se dispone de más de 350 caballos de energía en conjunto). El voltaje de los transformadores podía variarse de 10 en 10 voltios mediante un cuadro especial. Como fuentes de corriente directa se disponía de canalizaciones de 110 y 220 voltios con 25 kilowatios de capacidad y de un generador especial de bajo voltaje (12 ó 25 voltios) y 25 kilowatios de capacidad.

Espero que con lo dicho habréis podido daros cuenta de la importancia de la industria electroquímica moderna y de la atención que se dedica a su enseñanza en las naciones progresivas.

Hoy día existen dos sociedades científicas de mucha nombradía, la «Bunsen Gesellschaft» de Berlín y la «American Electrochemical Society» (esta última con más de dos mil miembros) cuya misión es el cultivo de la Electroquímica.

Y como dato final voy a citar unas cifras interesantes. En Noruega, el 50 % de la energía producida en centrales hidroeléctricas se emplea en industrias electroquímicas; en Francia el 49 %. En España tenemos, según cálculos del ingeniero canadiense Mr. Arthur Surneger 5.000.000 de caballos de potencia hidráulica bruta y la explotada sólo llega a 300.000 caballos. Nuestra riqueza mineral es de la más ricas de Europa, quizás pueda decirse sin temor a equivocarse que es la más rica del continente europeo y sin embargo la Electroquímica ni siquiera se enseña en las Escuelas especiales de Ingenieros españoles.

No voy a romper una lanza en pro de estas o aquellas mejoras. Las proposiciones personales en España tienen poca o ninguna importancia: lo menos malo que les puede ocurrir es que caigan en el vacío. A la mayoría de los españoles les importa un bledo cuanto no esté relacionado con discutir la política de los gobernantes o con los acontecimientos taurinos. Quizás alguien más capaz y con más autoridad que yo pueda en su día utilizar lo que hoy os dije para agregar algún apéndice a la enseñanza superior española y para fomentar el estudio e implantación de las industrias electroquímicas en armonía con la riqueza del suelo español.

\*  
\* \*

Por si alguien se interesase en profundizar en esta clase de estudios, doy a continuación notas de la literatura electroquímica fundamental. Estas notas bibliográficas contienen las publica-

ciones esenciales de la especialidad, reconocidas unánimamente. como tales por la crítica científica de todos los países.

### HISTORIA DE LA ELECTROQUÍMICA

*Ostwald, Wilhelm.* «Elektrochemie: ihre Geschichte und Lehre». XVI + 1152 páginas. Leipzig. Veit & Co. 2.<sup>a</sup> edición 1903.

*Ostwald, Wilhelm.* «Entwicklung der Electrochemie» 208 páginas. Leipzig. J. A. Barth 1910.

*Le Blanc, Max.* El capítulo II (páginas 28 a 46) de su libro «Lehrbuch der Elektrochemie» trata de «Entwicklung der Elektrochemie bis zur Gegenwart». Leipzig. O. Leiner 1911.

*Abrens, Félix B.* Las páginas 213 a 315 de su libro «Handbuch der Elektrochemie» tratan de «Geschichtlicher Ueberblick» Stuttgart. F. Enke 2.<sup>a</sup> edición 1903.

*Ostwald, Wilhelm.* Editor de la serie «Klassiker der exakten. Wissenschaften». Leipzig, Engelmann. Para la Historia de la Electroquímica interesan principalmente los siguientes números de la serie:

Número 13 (1890) *Coulomb* «Elektricität und Magnetismus»

Números 21 a 23 (1891) *Hittorf* «Wanderungen der Ionen während der Elektrolyse».

Núm. 45 (1893) *Davy*, «Elektrochemische Untersuchungen»

Núm. 52 (1894) *Galvani*, «Kräfte der Elektricität bei der Muskelbewegung».

Números 81 (1896), 86 (1897) y 87 (1897) *Faraday*, «Experimentelle untersuchungen ueber Elektricität».

Núm. 118 (1900) *Volta*, «Galvanismus und Entdeckung des Saeulenapparat».

Números 134 (1902), 136 (1903), 140 (1903) *Faraday*, «Experimentelle Untersuchungen ueber Elektricität».

Núm. 160 (1907) *Arrhenius*, Untersuchungen ueber die galvanische Leitfähigkeit der Elektrolyte».

Para biografías y trabajos realizados por cada autor consúltese.

J. C. *Poggendorff* «Biographisch-literarisches Handwoerterbuch» editado por B. W. Federsen y A. J. Oettingen. Leipzig. J. A. Barth.

Una biografía interesante de Arrhenius forma parte del libro de Ostwald «Die Forderung des Tages» Leipzig. Akademische Verlag. 1911.

### ELECTROQUÍMICA TEÓRICA

*Foerster*, F. «Elektrochemie waessriger Loesungen» XVIII - 804 páginas con 108 figuras. Leipzig. J. A. Barth. 2.<sup>a</sup> edición 1915.

*Lorenz*, R. «Die Elektrolyse geschmolzener Salze». Tres tomos de 217, 257 y 322 páginas respectivamente. Son los números 20 (1905), 21 (1905) y 22 (1906) de las «Monographien» de Engelhardt que se citan más tarde.

### ELECTROQUÍMICA INDUSTRIAL

*Billiter*, J. «Die elektrochemischen Verfahren der chemischen Grossindustrie»: Dos voluminosos tomos y un apéndice. Halle W. Knapp 1909.

*Engelhardt*, V. Editor de las «Monographien ueber angewandte Elektrochemie». Halle. W. Knapp. En 1914 había publicadas 45 monografías.

### PRÁCTICA ELECTROQUÍMICA DE LABORATORIO

*Ostwald-Luther*, (tres secciones) «Handl und Hülsbuch zur Ausführung Physikochemischer Messungen» XVI + 573 páginas 351 figuras Engelmann. Leipzig. 3.<sup>a</sup> edición. 1910.

*Mueller*, E. «Elektrochemisches Praktikum» XV + 224 páginas 102 figuras. Steinkopff. Dresden. 1913.

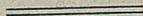
*Elbs*, K. «Uebungsbeispiele für die elektrolytische Darstellung chemischer Präparate». 139 páginas 9 figuras. Knapp. Halle a. d. S. 2.<sup>a</sup> edición 1911.

*Fischer*, F. «Prácticas de Electroquímica». Traducido del alemán por C. Lana Sarrate. 210 páginas 40 figuras. Casa Estudio, Barcelona 1915.

#### PUBLICACIONES PERIÓDICAS

«Zeitschrift der Elektrochemie», órgano de la Bunsen Gesellschaft, que se publica desde 1904.

Transactions of the American Electrochemical Society» publicadas por la Sociedad de dicho nombre. Aparece desde 1902 a razón de dos volúmenes por año.



SESIÓN DEL 8 DE JUNIO DE 1919

---

## LOS TORRENTES DE EROSIÓN ARAGONESES

---

DISCURSO LEÍDO POR EL ACADÉMICO

**D. N. RICARDO GARCÍA CAÑADA**

EN EL ACTO DE SU RECEPCIÓN EN LA

ACADEMIA DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICO-QUÍMICAS Y NATURALES

DE ZARAGOZA

---

SEÑORES:

Sean mis primeras palabras para dirigir un afectuoso saludo a cuantos constituyen esta ilustre y docta Corporación y para manifestar mi más profundo agradecimiento a los que, bondadosamente, me habéis nombrado académico de número; honor que recompensa con creces mis muy escasos merecimientos científicos.

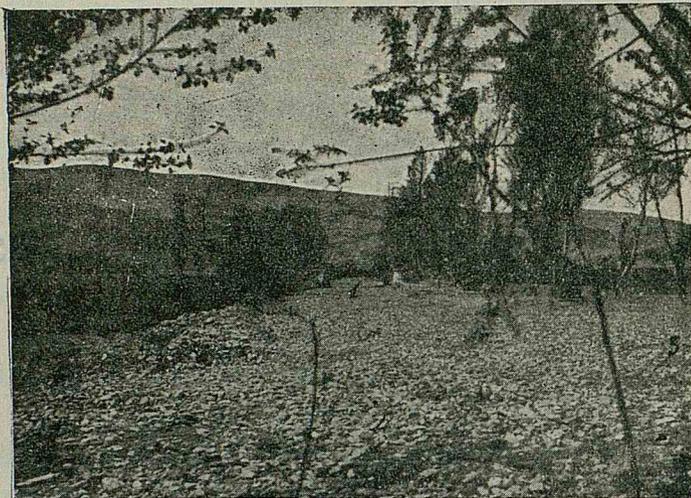
Y cumplido este deber de cortesía, y sobre todo de gratitud, y ya sin preámbulo, porque creo que, en la generalidad de los casos, sólo sirve para justificar una modestia, quizás tan inmodesta como la inmodestia misma, contando con vuestra benevolencia, voy a dar comienzo a desarrollar el tema objeto de este discurso.

### I

LOS TORRENTES DE EROSIÓN ARAGONESES.

JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN DEL TEMA.

Todos sabéis que la mayor parte de los Ingenieros de las distintas especialidades, preferimos el estudio de las ciencias aplicadas, al de las ciencias puras; y si además tenéis en cuenta que mi principal labor como Ingeniero se ha realizado en la



1. Rambla de Valdeatea y Puente del ferrocarril; 2-3, curso del río Jiloca, obstruido por los arrastres; 4, desembocadura de la rambla en el río y depósito de materiales que lo interceptaron.

lucha contra los torrentes aragoneses,—que tantos y tan grandes daños causan durante sus frecuentes avenidas—, y consideráis que, si bien es cierto que en los trabajos de corrección de estos cursos de agua, se hace aplicación muy frecuente a la Topografía, de la Hidráulica, de la Meteorología y de la Construcción, lo principal, en la mayoría de los casos, y lo que queda permanente de estos trabajos, es la repoblación forestal, parte importante de la Selvicultura cuya ciencia tiene sus fundamentos esenciales en la Botánica y en la Geología, las dos ciencias genuinamente naturales, comprenderéis perfectamente mi predilección por el tema enunciado, y veréis también que éste encaja por completo, entre los que deben ser estudiados con verdadero detenimiento por esta Academia, y muy especialmente por su Sección de Ciencias Naturales, de la que voy a formar parte.

Ahora bien; creo muy conveniente hacer observar que no está en mi ánimo entrar en este discurso en el fondo del estudio de la corrección de los torrentes aragoneses; de pretenderlo, tendría que ser este trabajo demasiado extensa su lectura; con razón sobrada, acabaría con vuestra paciencia. Mi propósito es solamente llamar vuestra atención acerca del gran interés que tiene para nuestra región este estudio y dar una ligera

idea de los procedimientos y de los trabajos hidrológico-forestales empleados en la corrección de algunos de los torrentes que, en la actualidad, se hallan en tratamiento en las provincias de Zaragoza y Huesca; varios de los cuales están ya completamente dominados.

## II

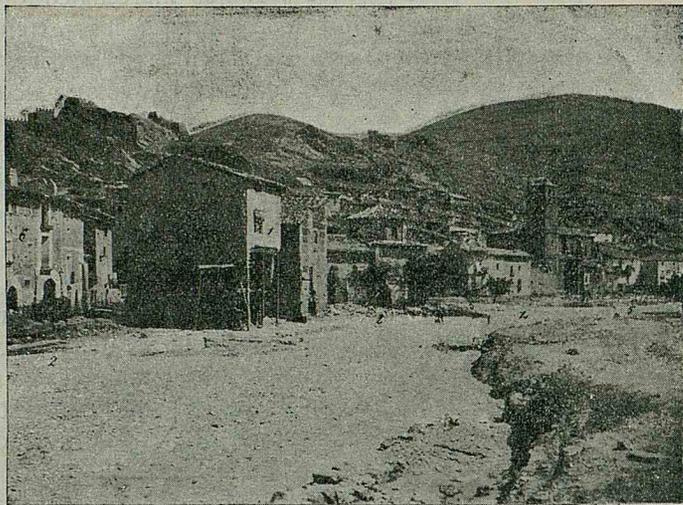
### IMPORTANCIA DEL ESTUDIO DE LOS TORRENTES ARAGONESES Y NECESIDAD DE SU CORRECCIÓN

La importancia del estudio de los torrentes aragoneses y la necesidad de su corrección, son, indudablemente, una consecuencia lógica del gran número de torrentes que surcan nuestro territorio y de la intensidad y frecuencia de los daños que estos cursos de agua causan en todos los sitios que caen dentro del radio de acción de sus impetuosas avenidas.

Recorriendo con algún detenimiento las tres provincias aragonesas, se ven por muchas partes torrentes que, en la época de la fusión de las nieves, y sobre todo en la de las fuertes tormen-



1-1 Casas de Torrijo en las dos márgenes del río Manubles. 2-2 Carretera de Ateca a Bijuesca y calle principal del pueblo. 3 Iglesia de S. Juan, con pavimento bastante alto sobre el río, y, a pesar de esto, han subido en su interior las aguas de avenida del barranco del Val y del Manubles 0'90 m., causando grandes desperfectos. 4-4 Casas emplazadas en el ángulo de confluencia del barranco del val y del Manubles (5-5 y 6-6), afectadas por las avenidas de los dos cursos de agua. 7 Iglesia de la Purísima, en cuyo interior subió el agua 1'40 metros. 8 Sacristía destruída.



Casas 1-1 y huertos 2-2 destruidos por el barranco del Val en Torrijo. 3 Sacristía de la iglesia de la Purísima destruída por este torrente. 4 Desembocadura del barranco del Val en el río Manubles 5-5. 6 Casas en ruína inminente ocasionada por el barranco del Val.

tas, experimentan avenidas muy rápidas, que, primeramente, producen grandes daños en las fincas y caminos próximos a sus márgenes, y, después, un aumento muy considerable de caudal y el peraltamiento del lecho en los ríos torrenciales confluentes, originándose, como consecuencia de estos efectos, las grandes inundaciones de nuestras mejores vegas y de importantes vías de comunicación y pueblos situados en sus valles; azote que cuesta muchos años a los ribereños, y al Estado, una pérdida de bastantes millones de pesetas, que viene acompañada, algunas veces, de buen número de desgracias personales.

En Aragón carecemos de una estadística de los daños que causan los cursos de agua torrenciales, y, por lo tanto, no es posible expresar en números el promedio anual de la totalidad de estos daños. Sin embargo, podréis formaros siquiera una sucinta idea de su importancia, por los datos que voy a exponeros, tomados todos de trabajos oficiales, redactados por nosotros y por varios Ingenieros muy honorables y competentes.

En Septiembre del año 1902, una tormenta muy fuerte que descargó en la cuenca del río Jalón, originó grandes avenidas en los ríos torrenciales, denominados Nágima, Deza, Manubles, Ji-

loca, Grío y Peregiles, tributarios de aquel río, produciendo, primeramente, el desbordamiento de estos cursos de agua y después, como consecuencia de este efecto, la inundación y el entarquinamiento de los poblados, vías de comunicación y cultivos próximos a sus márgenes, sufriendo también daños y perjuicios muy grandes los pueblos de Ateca, Alhama, Torrijo, Calatayud, Murero y Villanueva de Jiloca, y sobre todos este último, en el que se derrumbaron sesenta casas.

Las pérdidas originadas por esta inundación, fueron tasadas, aproximadamente, en 10.000.000 de pesetas, siendo también muy grandes los perjuicios causados por la misma crecida.

Otra catástrofe importante de la misma índole, la sufrieron los ribereños del Huecha el año 1910.

Una tormenta de poca duración, pero de gran intensidad, que descargó el 1.º de Junio en la cuenca de este río, produjo una avenida rapidísima en sus torrentes tributarios, cuyas aguas y materiales sólidos, dieron lugar a una crecida extraordinaria del río Huecha, que inundó, engravó y entarquinó, las mejores fincas de las vegas correspondientes a los términos municipales de Borja, Ainzón, Bureta, Agón y demás pueblos situados en el



1-1 Huertos de Torrijo, destruidos por las avenidas del barranco del Val y del río Manubles.  
2 Casa de la misma villa destruída por estos cursos de agua

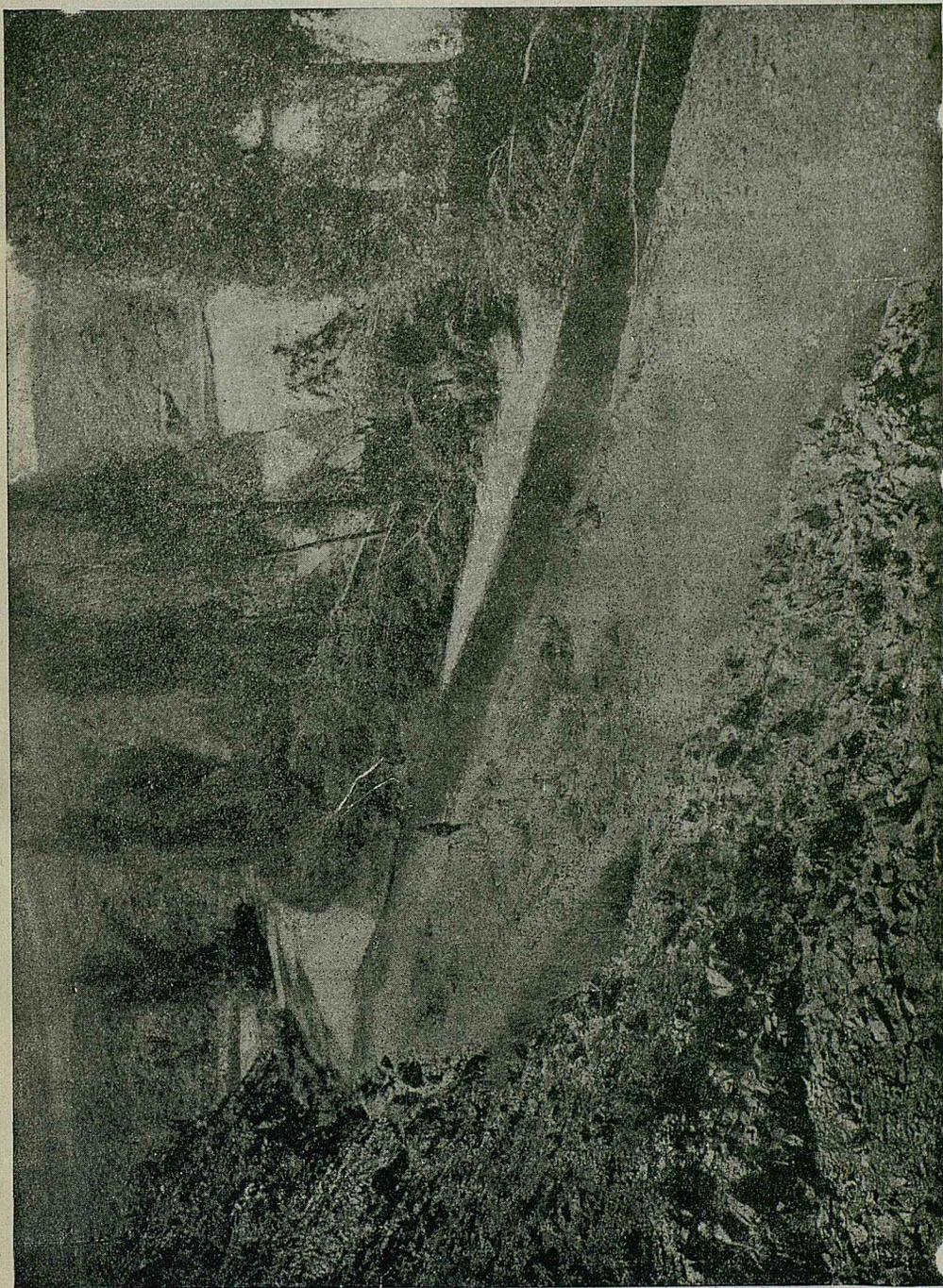


Iglesia parroquial inundada y entarquinada por las avenidas del río Manubles. 1-1 Nivel del agua en la fachada principal. 2-2 Bancos, confesionarios y otros objetos del culto arrastrados por las aguas. 3 Tarquin y piedras depositadas en la calle de la carretera de Torrijo; algunos de estos productos fueron sacados de esta iglesia.

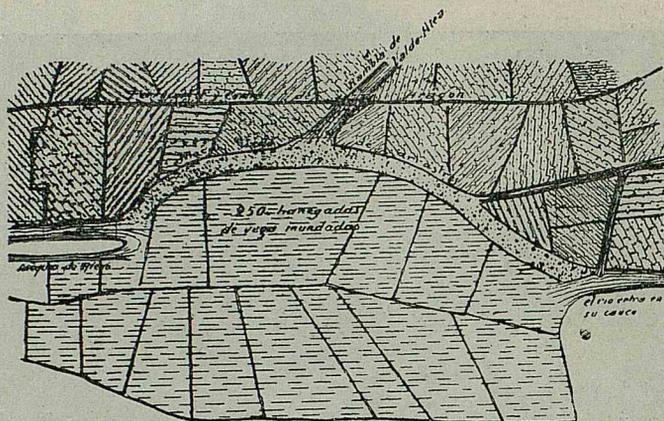
valle de este río, arrasando casi todas las cosechas; destruyó algunos trozos de vía de comunicación en los que, durante varios días, quedó interrumpido el tránsito; originó la gran catástrofe de Agón, en cuyo pueblo quedaron destruidas sesenta casas y muchos corrales, con la pérdida consiguiente de víveres, herramientas, muebles y muchos animales domésticos; y estuvo a punto de ocurrir otra catástrofe mayor, por haber sorprendido la avenida, en su período máximo, a un tren de viajeros de la línea de Zaragoza a Alsasua, siendo un verdadero milagro que no ocurriera un descarrilamiento de funestas consecuencias para las personas que ocupaban este tren.

Para que comprendáis la importancia de esta avenida, os diré que, sólo los daños que afectaron a la propiedad rústica, fueron tasados por los Ingenieros Agrónomos del Estado, en 750.000 pesetas; habiendo concedido las Cortes, para indemnizar en parte a los perjudicados, un crédito de 50.000 pesetas.

En el año 1915, descargaron en el valle del río Jiloca varias tormentas, que dieron origen a grandes avenidas en los torrentes ramblas afluentes a aquel río, produciendo el desbordamiento de éste y de aquellos cursos de agua, daños tasados, por peritos competentes, en cerca de 2.000.000 de pesetas; sufriendo



Chopos y sauces plantados para defensa de las márgenes del río Carabantes, en la veguilla de Torrijo, derribados por la avenida de este río.



1. Desastre ocurrido en la vega de Montón (Zaragoza), por una avenida del torrente «Rambla de Val de Atea» afluente del río Jiloca

también muchas vegas perjuicios enormes, como los originados por las ramblas de Val de Atea en el término de Montón.

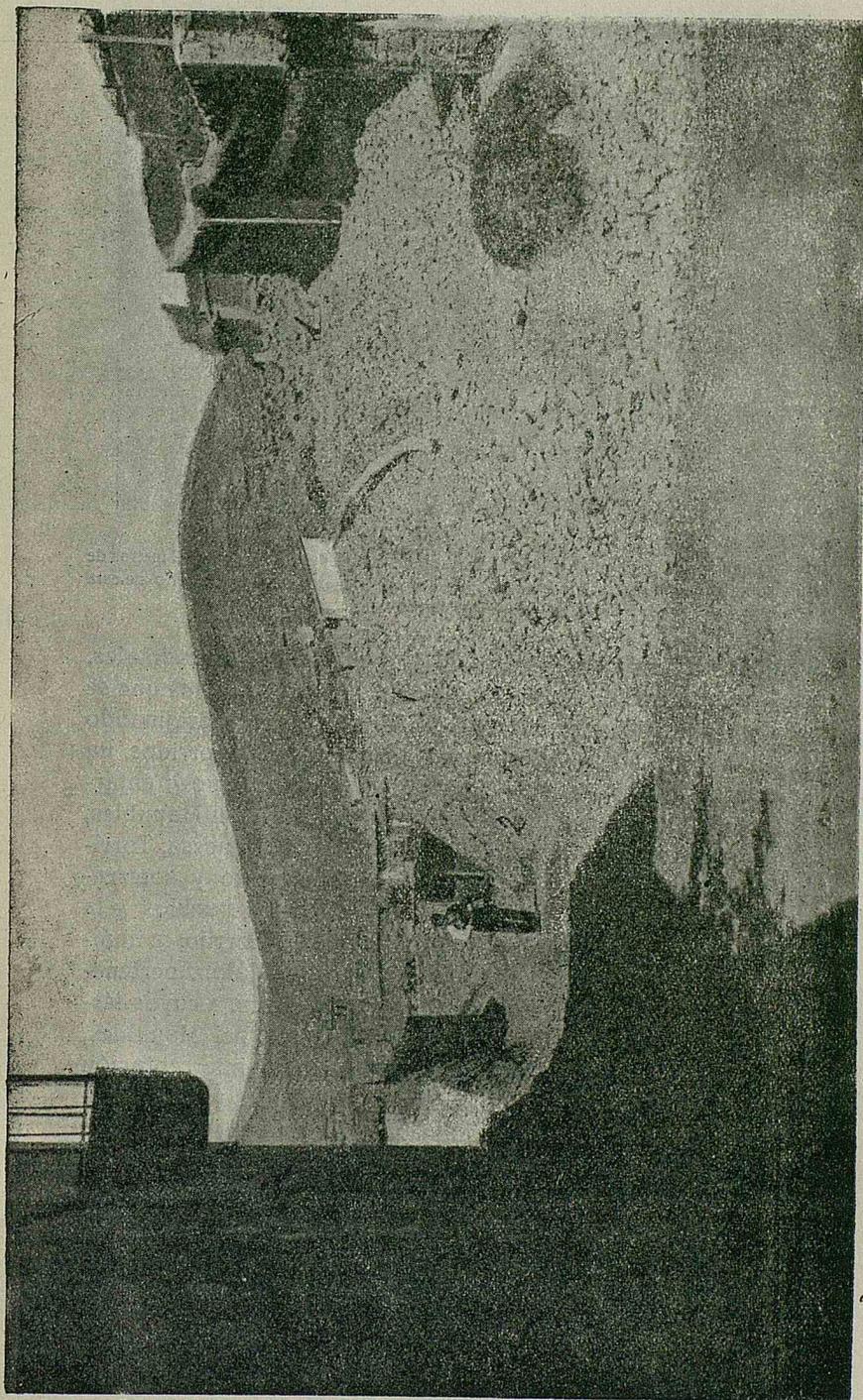
Este torrente rambla, en una avenida, de Agosto de aquél año, arrastró tal cantidad de tierras y de gravas, que llegaron a cegar por completo estos materiales el río Jiloca, en unos 300 metros de su curso; extendiéndose las aguas de este río, como consecuencia de la obstrucción de su cauce, por unas 25 hectáreas de las mejores de su vega, en las que quedaron arrasadas todas las cosechas.

Y no fué esto lo peor; lo verdaderamente lamentable, es que esa superficie no puede ponerse en cultivo mientras no se corrija el torrente Val de Atea, lo que ha determinado la ruína de una gran parte de los habitantes de Montón.

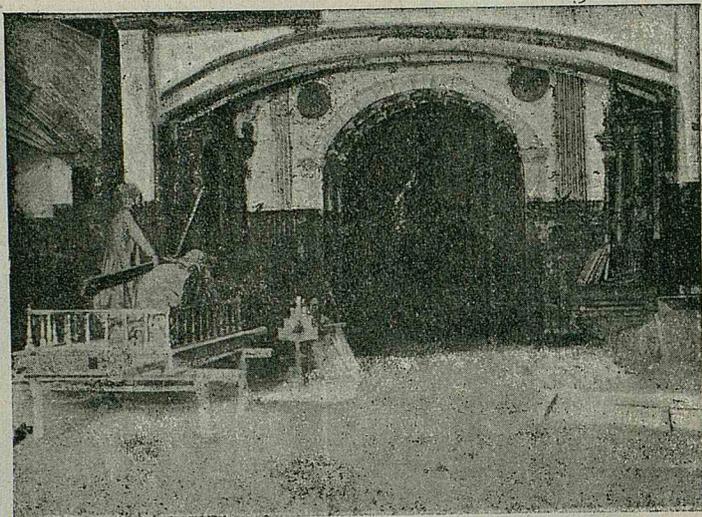
El croquis número 1, da una ligera idea de este desastre.

Otra inundación notable, que seguramente recordaréis por ser muy reciente, es la que ocurrió en la cuenca del río Manubles, la noche del 23 de Julio de 1916, como consecuencia de una tormenta—de poco más de una hora—que descargó en los términos de Bijuesca y de Torrijo de la Cañada, produciendo los efectos siguientes:

La muerte de diez personas en Torrijo y dos en Ateca; el derribamiento parcial o total, en estos dos pueblos, de cincuenta casas y el estado de ruína inminente de más de otras tantas; la destrucción en Atea y Torrijo de todas la defensas contra las



1-1 Materiales sólidos depositados en la carretera de Torrijo, dentro del pueblo. 2-2 Trinchera abierta en los productos depositados, con el fin de dejar paso expedito en esta carretera



Interior de la iglesia parroquial, donde alcanzaron las aguas del río Manubles 2 metros de altura sobre el pavimento de la misma. 1-1 Nivel al que llegaron las aguas dentro de esta iglesia (Torrijo).

avenidas del Manubles; la pérdida de gran número de animales, muebles, enseres y víveres de muchas casas, entre las que se hallaban destinadas al comercio de Ateca y Torrijo, originando esto en los dos pueblos, hasta que pudieron ser socorridos, un verdadero conflicto de subsistencias; el arrasamiento o entarquinado de las más valiosas cosechas de la vega del Manubles, correspondiente a los términos municipales de Bijuesca, Torrijo, Villalengua, Moros y Ateca; el abarrancamiento y soterramiento de muchas fincas pertenecientes a estos pueblos y la destrucción de casi todos los huertos de Ateca y Torrijo; la inundación y el entarquinamiento de las vegas del Jalón, pertenecientes a los pueblos de Calatayud, Terrer y Ateca, a cuyos términos municipales afectó también la avenida del Manubles, aguas abajo de su confluencia con aquel río; la interceptación de dos carreteras y de varios caminos importantes y la destrucción de algunos de sus pastos de agua; y hasta la suspensión del culto católico en Torrijo, durante algunos días, por haberse llevado las aguas los altares, imágenes, bancos, confesonarios, etc., de las tres iglesias del pueblo. En fin: una verdadera catástrofe, que llevó el luto, la desolación, la ruína y la miseria, a cientos de hogares aragoneses, que se creían felices al ver en

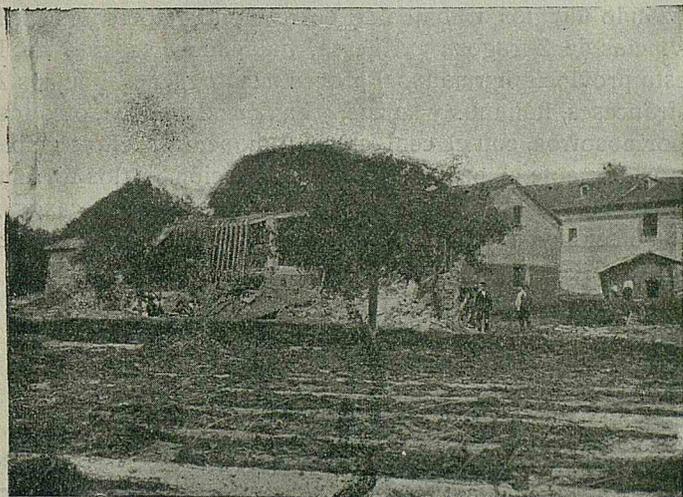
sus campos, casi criada, una cosecha espléndida, que tenían seguridad de vender a precios más que remuneradores.

Los daños originados por esta avenida los tasaron los peritos en 3.619.470 pesetas.

Por último, seguramente habréis leído en la Prensa de Zaragoza, que el 4 del actual descargó una tormenta en la cuenca del río Huerva, que produjo la inundación y el soterramiento de las fincas de gran parte de su vega, causando las aguas y los materiales sólidos acarreados por la avenida, daños grandísimos en las cosechas de los términos de Vistabella, Tosos, Villanueva del Huerva y otros, habiéndose tasado, sólo los del segundo de los pueblos citados, en 250.000 pesetas. Los perjuicios producidos por esta crecida, son también enormes por haber quedado convertidas en ramblas algunas vegas.

Para que podáis formaros siquiera una sucinta idea de los daños causados por nuestros torrentes y ríos torrenciales, vamos a proyectar algunas fotografías que tuvimos ocasión de tomar en los sitios de la catástrofe. (Fot. 1 a 17).

Por estos ejemplos, podéis comprender perfectamente la pérdida anual que supone para nuestra región este azote de los ribereños, de los torrentes y de los ríos torrenciales, y también



Posada de Samper, en Ateca, derribada por el río Manubles. En esta posada se ahogaron varias caballerías y otros muchos animales de bastante valor.



1-1 Huertos de las proximidades de Ateca destruidos por el río Manubles; las tapias que los cercaban fueron derribadas en su totalidad.

la necesidad de proceder al estudio y a la corrección de estos cursos de agua.

Así lo comprendió el Cuerpo de Ingenieros de Montes, al que me honro en pertenecer, y merced a su iniciativa se vienen realizando algunos trabajos de corrección de torrentes en las provincias de Zaragoza y Huesca, habiéndose seguido en los de esta provincia hermana, el procedimiento general de los Alpes franceses, italianos y suizos, y en la de Zaragoza, otro ideado por nosotros, con el cual creemos haber resuelto técnica y económicamente el problema de la corrección de los torrentes ramblas, que, hasta ahora, en la mayor parte de los casos, no tenía solución económica. De uno y otro voy a daros una ligera idea.

### III

#### PROCEDIMIENTO EMPLEADO EN LA CORRECCIÓN DE LOS TORRENTES DE EROSIÓN ARAGONESES; SU FUNDAMENTO.

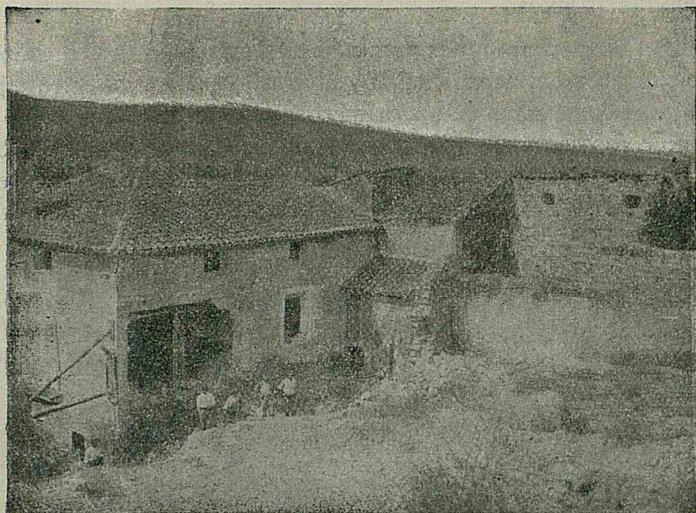
Los torrentes que surcan el territorio de nuestra región, son de dos clases: alpinos y ramblas; y como sus caracteres difieren notablemente, es muy lógico que sean también distintos los procedimientos que se empleen en su corrección.

## TORRENTES ALPINOS

En el Pirineo aragonés dominan tres clases de torrentes alpinos: de erosión, de canchales y mixtos. Pero en este trabajo sólo nos ocuparemos de los primeros; porque habiendo sido y siendo estos actualmente los más peligrosos, fué por ellos por los que se comenzó el estudio y la corrección de los torrentes aragoneses alpinos, hallándose, por esto, los más avanzados en su tratamiento.



a. Nivel del agua de la avenida de 1870, del torrente «Rambla de la Mina» en una casa de la calle Mayor de Daroca.



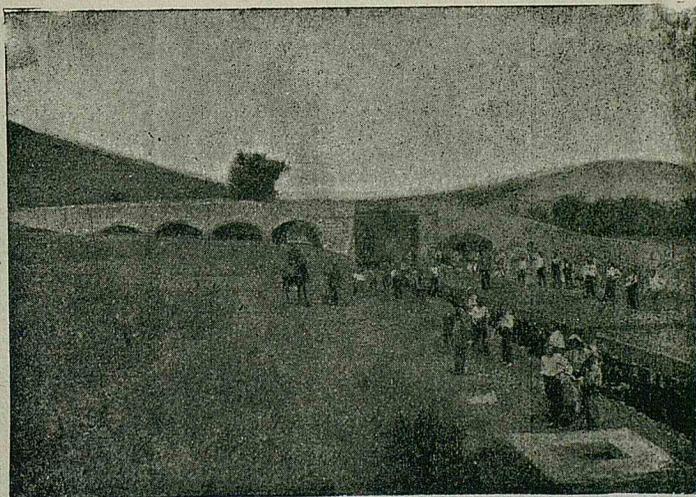
Casa del pueblo de Manchones destruída en 1908 por el torrentillo «El Sebo» después de tirar la tapia del corral de la misma.

Sus caracteres esenciales son los siguientes: Los terrenos de su cuenca pertenecen, en su mayor parte, a los periodos secundario y terciario, abundando en ellos, sobre todo, las margas; las cuales contienen en su seno grandes bloques de diversas rocas de varios tamaños y formas, y soportan, en muchos sitios, maciños de fucoides y conglomerados poco consistentes. El suelo suele estar formado de los restos de las rocas superiores acumuladas al pie de los escarpes en grandes masas, que contienen, interiormente, bloques de muchas dimensiones en mezcla con los materiales terrosos, semejando, en muchos sitios, montones de escombros. La cuenca es bastante extensa en los torrentes compuestos y de 150 a 200 hectáreas en los sencillos. Las pendientes del lecho y de las márgenes son muy grandes e irregulares. El clima es, en general, muy frío; hiela mucho y nieva en abundancia en otoño e invierno. Las tormentas suelen ser frecuentes e intensas. El estado forestal es muy deficiente, escaseando los montes altos bien poblados. Su suelo está cubierto, en algunos sitios de las partes altas, por canchales que se hallan detenidos, casi siempre, por la vegetación arbustiva.

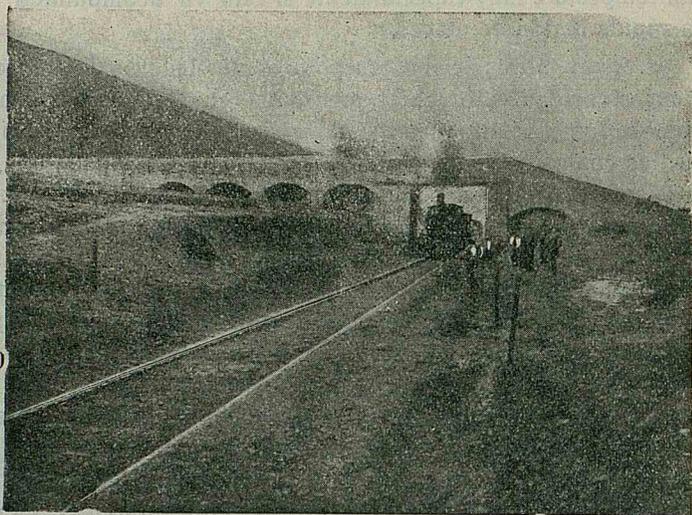
Ex puestas las características principales de estos torrentes, veámos lo que sucede en su cuenca, a continuación de una vio-

lenta tempestad, muy especialmente si ésta va acompañada de una rápida fusión de nieves.

Las aguas, libres de obstáculos sobre las laderas de pendientes excesivas de los torrentes, se reúnen en el menor surco y arrastran los elementos terrosos que sirven de apoyo a las piedras, las cuales descienden hacia cada pequeña depresión. Si además de agua cae granizo, este agente opera un descalzamiento repentino al rededor de los materiales pétreos, los cuales, perdiendo su asiento simultáneamente, caen, casi al mismo tiempo, en el thalweg de cada barranco. Una vez puestos en movimiento estos materiales, empujados por las aguas, se precipitan en el fondo de los barrancos de orden inmediato superior, donde la masa líquida no tarda en adquirir una potencia considerable, ruedan en mezcla con ella y muchas veces la preceden, en virtud de la velocidad adquirida. Su razonamiento sobre las márgenes primero, y sobre el lecho después, facilita singularmente el arrastre de los materiales sueltos que cubren el suelo; y si el fondo del cauce está compuesto de rocas blandas, éste queda socavado bajo la influencia del trabajo enérgico producido por el arrastre de los materiales mezclados con el agua. Todos los barrancos funcionan de la misma manera y rápida y simultáneamente, originando esto una avalancha líquida y sólida.



**Tren** destinado a conducir los materiales sólidos depositados en la vía férrea del ferrocarril «Central de Aragón», por el torrente rambla de Val de Molinos, en una de sus avenidas de 1915, los cuales interceptaron el paso de los trenes durante dos días.



La vía después de abrir en los materiales depositados por la misma avenida, la trinchera necesaria para el paso de los trenes. A la izquierda, se ven depósitos de materiales de otras avenidas, que van cegando los arcos del puente acueducto; importante y costosa obra, que se construyó para dar paso a las avenidas del torrente, pero que no sirve para este objeto, por pegarse la embocadura del canal con dichos materiales.

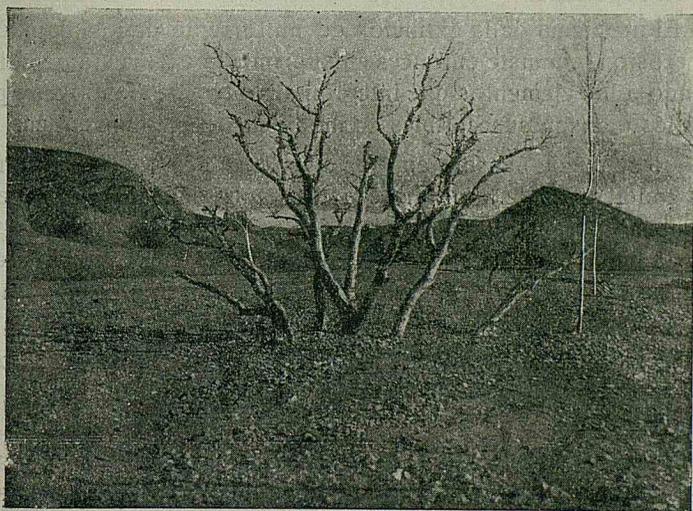
da, cuya potencia destructora es función de la solidez de su lecho y márgenes y también de la anchura y de la magnitud e irregularidad de las pendientes de su lecho. El menor obstáculo que encuentra la masa líquida, la desvía del eje del thalweg y la precipita sobre una margen, causando este choque el derrumbamiento de los terrenos superiores; efectos que, repetidos sucesivamente, producen una serie de hundimientos, cuyos materiales, unidos a los que provienen de las partes superiores, forman esas *debacles* denominadas por los franceses *lavas*; corrientes en las que la cantidad de materiales sólidos es mayor que la del elemento líquido.

Además, sucede con frecuencia que por encima de los márgenes se manifiestan, en una o en las dos laderas, deslizamientos de trozos de montaña, que ocupan algunas veces superficies extensas, ocurriendo lo mismo en la totalidad de los afluentes, si se trata de un torrente compuesto.

Por otra parte, la erosión del lecho en el sentido del perfil longitudinal, tiende a aumentar la altura de las márgenes, precisamente en las partes donde el suelo es más susceptible de ser erosionado. Y la socavación producida al pie de las márgenes

en el sentido del perfil transversal, debida a la irregularidad del curso de agua y a la violencia de las crecidas, preparando al principio y provocando después, en un momento dado, el derrumbamiento de una porción de las márgenes, determina un ensanchamiento del perfil transversal. Una vez destruido este trozo, que servía de apoyo a la lámina de terreno que reposa sobre el plano de deslizamiento, formado por rocas o por terrenos impermeables, los terrenos permeables, influenciados por las aguas sobrantes que discurren subterráneamente sobre este plano, no tardan a entrar en movimiento, deteniéndose éste cuando la parte que resbala llega a apoyarse sobre el fondo del lecho o contra la margen opuesta; estrechándose entonces el cauce, que se mantiene así hasta que una nueva crecida vuelva a ensancharlo y a permitir que se realice un nuevo deslizamiento, y así sucesivamente; dando esto lugar a que se formen esa serie de gradas escalonadas, según un perfil transversal dado, que se encuentra siempre en esta clase de terrenos.

Ahora bien; de la observación y del análisis de los fenómenos que acabamos de describir, se desprende que su causa única se resume en la erosión; cuya potencia depende, indudablemente, de las condiciones que presenta un lugar dado, bajo los



Nogal aterrado hasta las ramas por las avenidas del torrente «Rambla de Valdeguaren» en una finca de D. Augusto Rañoy en término de Villanueva de Jiloca (Z. ragoza)



a-a Depósito de materiales sólidos transportados por una avenida del torrente «Arratiecho» en el baden de la carretera de Biescas a Gavín, en término de Biescas (Huesca), antes de la corrección de este torrente.

diversos puntos de su clima especial, de su situación topográfica y de la naturaleza geológica del terreno y también del estado de su superficie.

El problema de la extinción de un torrente de los llamados de erosión, consiste entonces en suprimir la excavación combatiendo a los elementos que integran su potencia, siendo muy pocos los que son susceptibles en modificaciones importantes.

No se puede pensar, en efecto, en cambiar lo más mínimo las condiciones de la naturaleza geológica del terreno. Sucede lo mismo para el clima general; a lo más, podrían hacerse algunas pequeñas modificaciones en el clima local. Quedan entonces, las condiciones que presentan la topografía y el estado de la superficie del suelo.

Es entonces exclusivamente en estas dos condiciones, donde debemos buscar los elementos de combate y la certidumbre de la victoria.

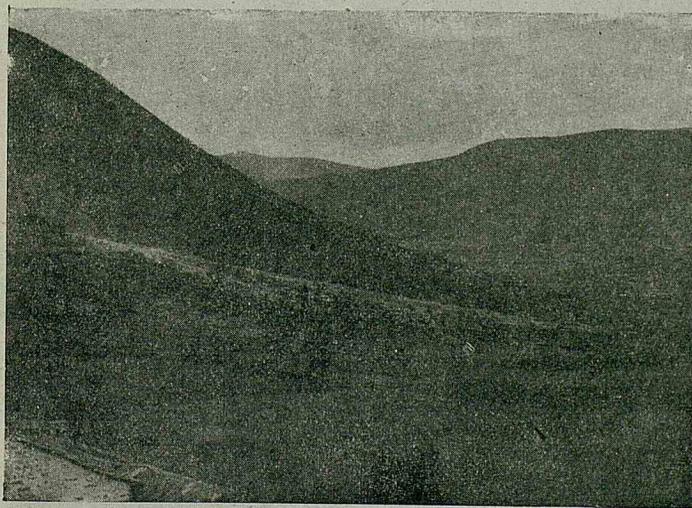
Ahora bien; según lo que hemos dicho respecto a las causas de la erosión superficial, es evidente que el único medio de suprimirla consiste en cubrir el suelo con una coraza protectora, que sólo se encuentra en la creación de una vegetación leñosa

y algunas veces herbácea, que, por su cubierta, protegerá el suelo contra el efecto mecánico del agua y del granizo; por sus hojas, sus raíces y su mantillo, retendrá una buena parte de las aguas o las hará penetrar en la tierra; y, en fin, por los innumerables obstáculos de sus tallos y raíces, dividirá y hará más lento el desagüe del resto de las aguas y retardará su concentración. De donde resulta que, cuanto más erosionable sea un terreno, más poderosa debe ser la cubierta vegetal.

Mr. Surell, Ingeniero de Puentes y Calzadas de Francia, después de hacer un acabado estudio, sobre el terreno, de los mayores torrentes de los Alpes, sentó en su obra inmortal «Étude sur les torrents des Hautes Alpes» los dos principios siguientes: (1).

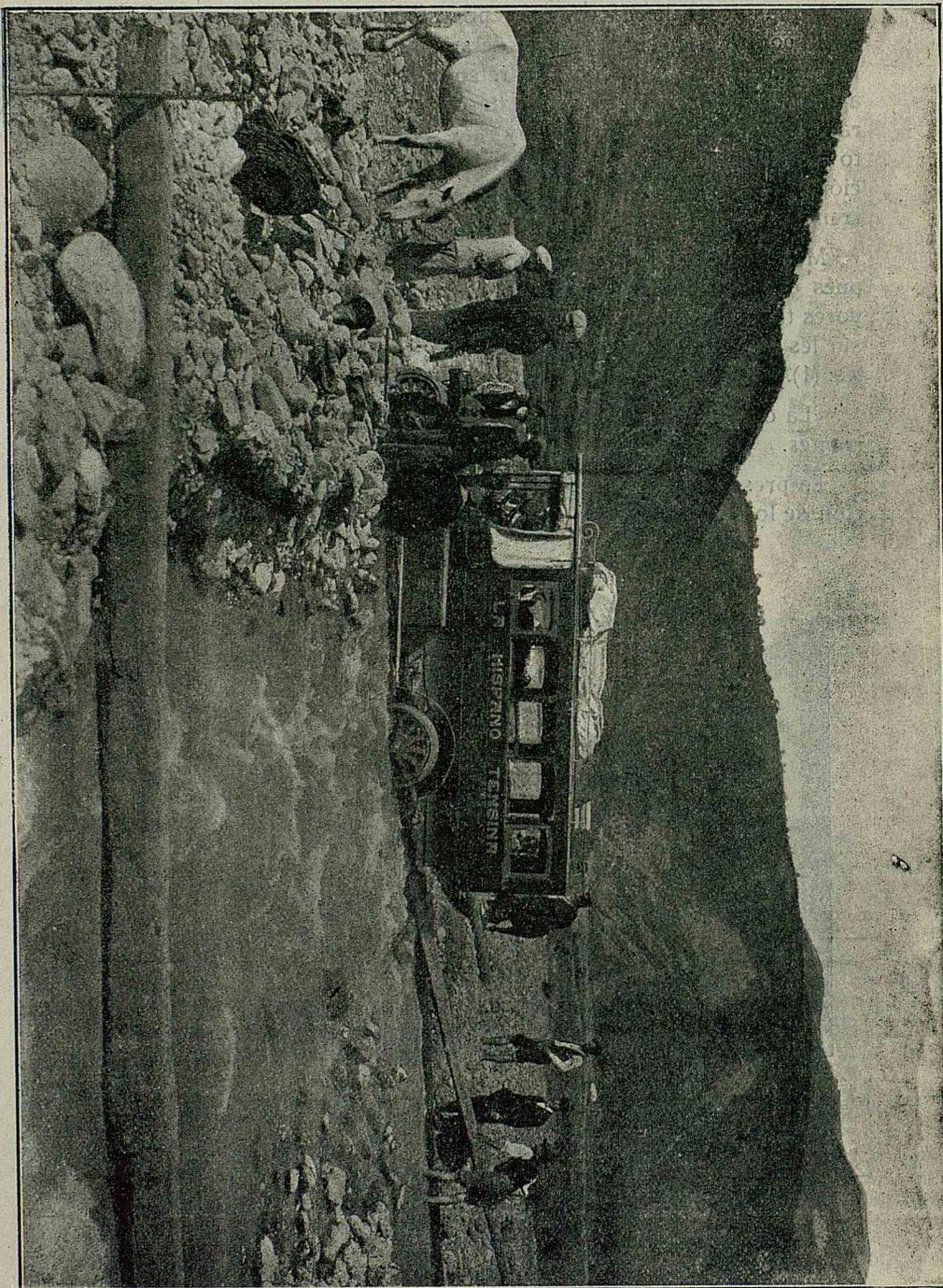
«La creación de un monte provoca la extinción de los torrentes.

La presencia de un monte sobre un suelo, impide la formación de los torrentes».



a-a Lecho de deyección del torrente «Arratiechó». b-b Fincas que se inundaban y aterraban antes de la corrección de este torrente.

(1) Páginas 155 y 161 de la segunda edición, 1870.



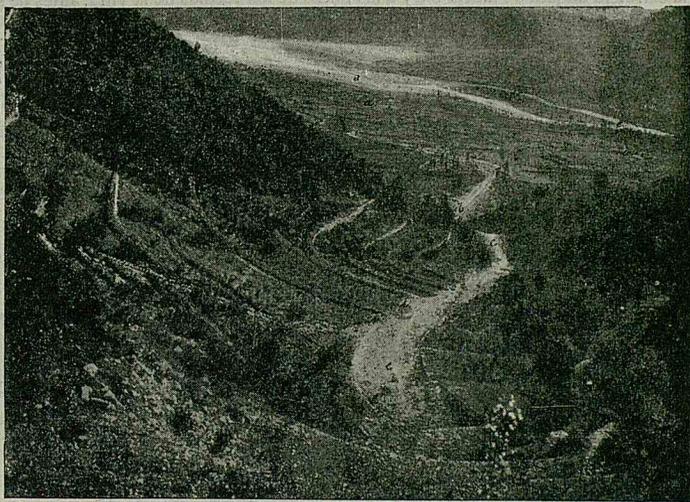
Automóvil de la Hispano Tensina sorprendido por una avenida del torrente «Arís» al pasar por el camino habilitado que atraviesa el lecho de deyección del torrente. Este camino no se podrá convertir en carretera definitiva mientras no se corrija el torrente «Arís» ocasionando mientras tanto este grandes perjuicios al tránsito de viajeros y mercancías de Sabiñánigo a Biescas, a los baños de Pantocosa y a Francia.

Mr. Foster (1) dedujo de sus experiencias en laderas de condiciones análogas de suelo y clima, que en los montes poblados, no se forman barrancos; y que en la ladera que había operado, bastaba una faja de monte que ocupaba una cuarta parte de su altura, para reducir a la mitad la sección de sus barrancos.

En Alemania, el Dr. Wolny (2) ha hecho experiencias para conocer las cantidades de tierra que lleva en suspensión el agua de las lluvias de tempestad que se desliza por las laderas; y ha deducido que son de gran importancia, en el suelo descubierto, que aumentan con la pendiente y disminuyen con la cubierta viva, sentando las conclusiones que siguen:

1.<sup>a</sup> El arrastre de tierras y fragmentos de rocas en superficies inclinadas, se halla, por regla general, extraordinariamente disminuída por las diversas cubiertas vegetales; y

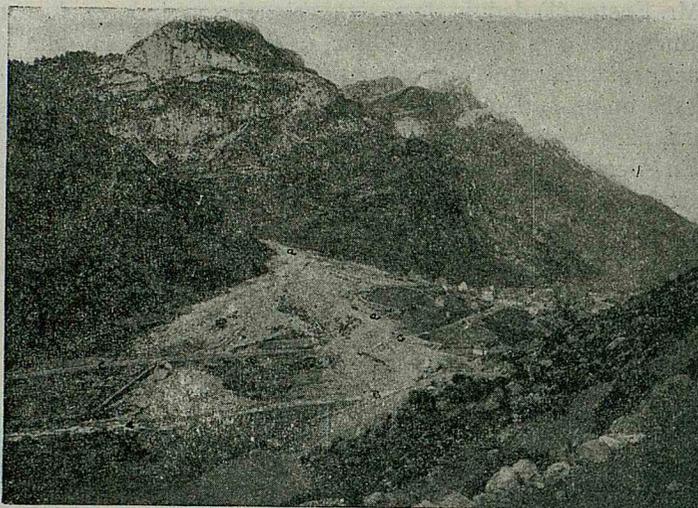
2.<sup>a</sup> El monte arbolado es el que ejerce, respecto a este particular, mayor influencia y después la tienen las plantas herbáceas en gran espesura y los vegetales forrageros perennes.



a-a Fincas a que alcanzaba el radio de acción de las avenidas del torrente «Arratiecho» antes de su corrección y que están salvadas después de la ejecución de esta. b-b Canalización del cono de deyección. c-c Canalización de la parte inferior de la garganta del torrente. d-d Muretes y paredillas construidas para la restauración de erosiones en la ladera izquierda del torrente «Arratiecho». e-e Río Gállego.

(1) Véase mi folleto «La conservación de las obras hidráulicas por los trabajos hidro-lógicos-forestales».

(2) Influencia de la cubierta forestal en el régimen de los ríos, por E. Wolny, 1909.



a-a Torrente «Los Meses», cuyas avenidas inundaban y soterraban a la villa de Canfranc b-b, a la carretera de Jaca a Francia c-c y a las fincas de los vecinos de la villa, antes de su corrección. e-e Río Aragón, aun sin estar terminados los trabajos de este torrente, sus avenidas no causan daños.

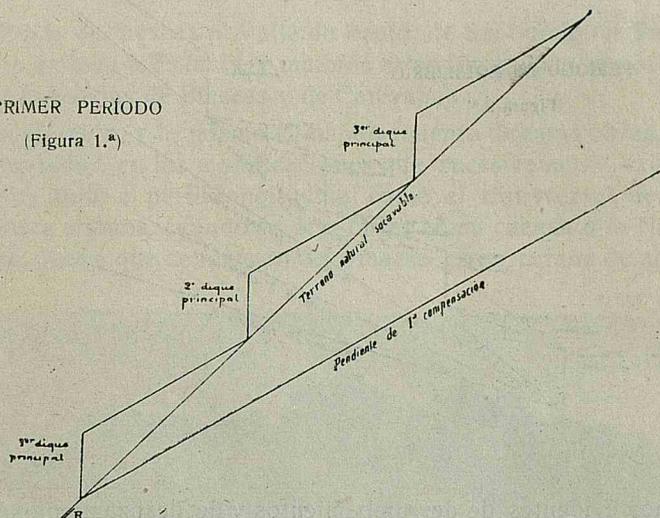
Por último, en las comunicaciones que tuvimos el honor de presentar al primer Congreso de riegos, celebrado en Zaragoza en 1913, con el título «Los montes y la regularización de las corrientes de agua», y al segundo de Sevilla, en 1918, con el de «Conservación de las obras hidráulicas por los trabajos hidro-lógico-forestales» (1), creemos haber probado suficientemente el por qué de todas estas beneficiosas influencias de los montes, habiendo expuesto también, en estos trabajos, los resultados experimentales que las confirman.

Ahora bien; conocidas estas influencias por los Ingenieros encargados de la corrección de los torrentes alpinos aragoneses, era muy lógico que su primer cuidado fuese proceder a la repoblación forestal en todos aquellos terrenos que pudieran influir favorablemente en el régimen perturbado de dichos cursos de agua.

Pero como, por una parte, las avenidas de los torrentes más peligrosos, como los denominados «Arratiecho» y «Arás» en el término de Biescas, y «Los Meses» en el de Canfranc, afectaban

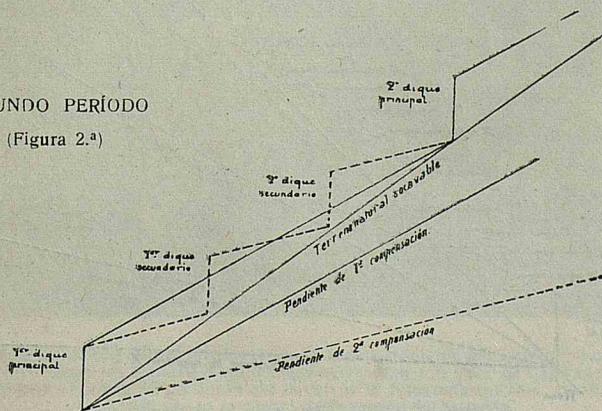
(1) Véanse los dos folletos publicados en 1914 y 1918, con los mismos títulos.

PRIMER PERÍODO  
(Figura 1.<sup>a</sup>)



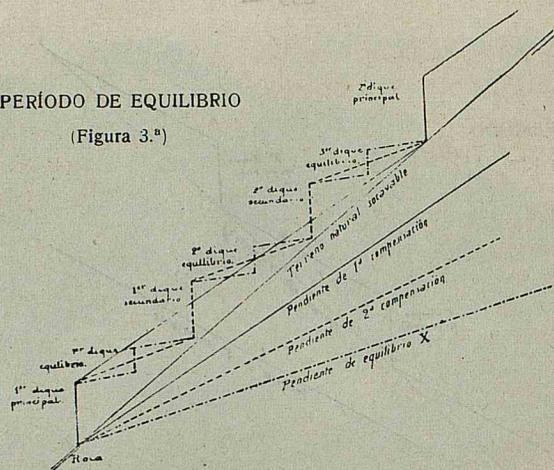
a estos dos pueblos y a la propiedad rústica más valiosa de sus pobladores y también a carreteras como la de Biescas al Valle de Broto y a las muy importantes de Sabiñánigo a los Baños de Panticosa y de Jaca a Francia, siendo por esto muy urgente conseguir efectos inmediatos que impidieran o anulasen los grandes daños que producían; como por otra, en la cuenca de algunos torrentes hay superficies que no pueden repoblarse por ser necesario dedicarlas al cultivo agrario permanente, ni acotarse por ser indispensables para el pastoreo; y, por último, había en las laderas y a lo largo del cauce de estos cursos de agua

SEGUNDO PERÍODO  
(Figura 2.<sup>a</sup>)



PERÍODO DE EQUILIBRIO

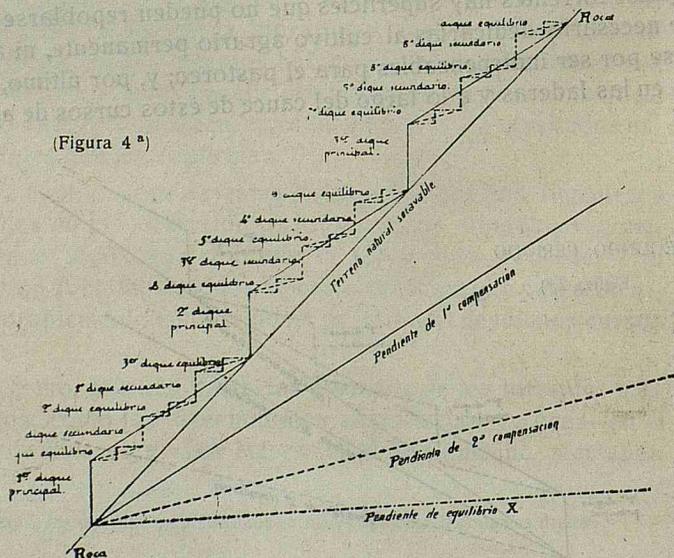
(Figura 3.ª)



signos evidentes de derrumbamientos y de deslizamientos próximos de superficie y de fondo, sólo ha podido introducirse la vegetación forestal, en una extensión muy limitada de la cuenca, habiendo tenido que construirse en el resto, varias obras de arte, de piedra y de madera, de las que se emplean en la corrección de los torrentes.

(En las fotografías que ponemos puede verse cómo afectan los torrentes «Arratiecho», «Arás» y «Los Meses» a las

(Figura 4.ª)

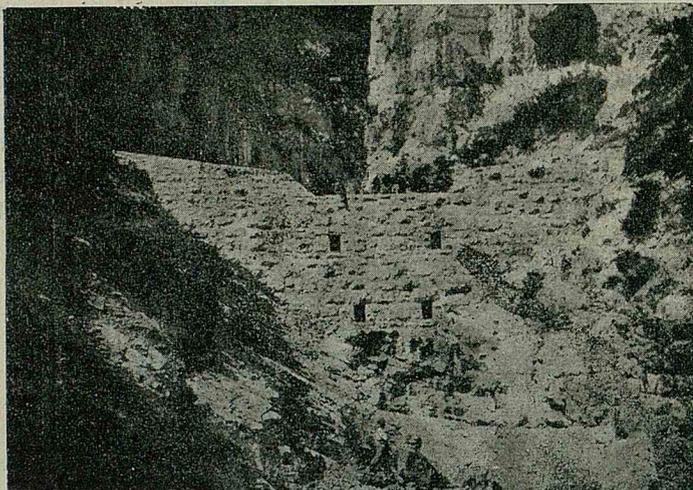


carreteras de Biescas al Valle de Broto, de Sabiñánigo a Panticosa y de Jaca a Francia, y también a las fincas más importantes de las vegas de Biescas y de Canfranc).

La elección, y lo mismo el emplazamiento de estas obras, están fundados en las modificaciones que sucesivamente experimentan, tanto el perfil longitudinal como el transversal, de los torrentes alpinos, cuando se deja obrar en su cuenca a la Naturaleza, desde que comienzan a formarse estos cursos de agua,



a-a-a Cresteñas de una de las erosiones de la ladera izquierda del torrente «Los Meses», que proporcionaban los materiales sólidos que soterraban a la villa de Canfranc, a la carretera de Jaca a Francia y a las fincas que se ven en la fotografía anterior. b-b-b Un tramo canalizado en la cuenca de recepción del torrente.



Uno de los diques principales construidos en el cauce del torrente «Los Meses» para la corrección de su lecho y fijación de sus márgenes

hasta su completa extinción; estudio que no hacemos aquí, por no alargar con exceso este trabajo. Sólo diremos que, abandonado un torrente a sus propias fuerzas, el perfil longitudinal, merced a los efectos expuestos de excavación y de depósito, llega a tener la pendiente de equilibrio (que como sabéis es aquella, en la cual, la resistencia del lecho, en todas sus partes, hace equilibrio a la fuerza de arrastre de la corriente); y también que para que llegue dicho perfil a alcanzar esta pendiente, tiene que pasar antes por otra a la que denominó Mr. Surell pendiente límite y Mr. Breton pendiente de compensación; con la que el perfil longitudinal es también fijo, mientras no cambian las condiciones de torrencialidad del torrente; a causa de que, entonces, hay en todas partes compensación] entre el material que transporta y el que deposita la corriente.

Esta pendiente de compensación tiene la forma:

$$p = \frac{W^2}{K^2 B^2 R} \quad (1) \text{ siendo } K = \frac{\pi}{\pi + \varphi} \text{ y } R = m H \quad (3)$$

en cuyas fórmulas,  $p$  es igual a la pendiente de compensación;  $W$  es la velocidad límite de los más gruesos materiales acarreados;  $K$  es el coeficiente torrencial;  $\varphi$  es el coeficiente mayor o

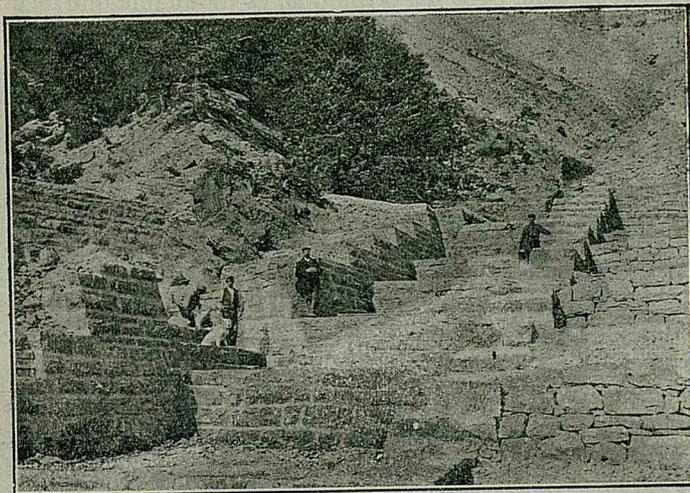
menor que la unidad, que expresa la relación entre el elemento sólido y el líquido de la corriente;  $\pi$  es igual al peso del metro cúbico del líquido;  $d$  representa el peso del metro cúbico de guijarros;  $B$  es el factor de la velocidad;  $R$  el radio medio;  $m$  el coeficiente de forma y  $H$  la altura del agua.

En cuanto al perfil transversal que toma el torrente abandonado a la acción de la Naturaleza, diremos que, el que pudiéramos llamar *perfil de estabilidad*, tiene la forma cóncava y una anchura total, que las márgenes no pueden llegar a ser socavadas por las aguas de las mayores avenidas del torrente.

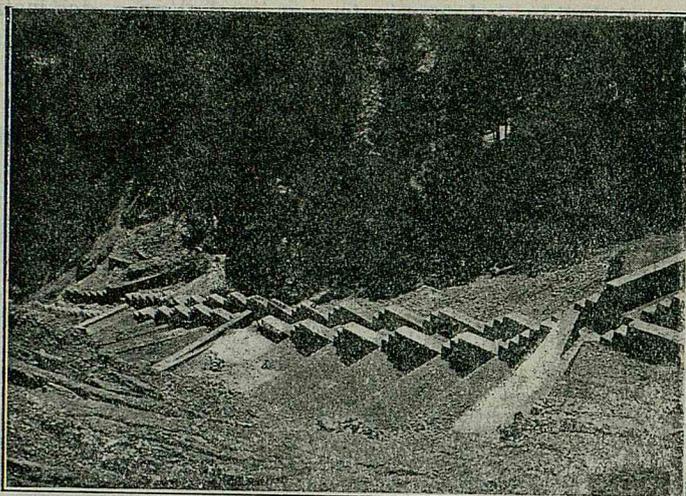
#### TRABAJOS DE CORRECCIÓN EN LOS TORRENTES DE EROSIÓN ALPINA

Con lo que llevamos dicho, tenemos ya conocido lo suficiente para proceder con toda seguridad en la corrección de los torrentes de erosión alpinos.

En efecto: sabemos que, en estos torrentes, hay que considerar dos clases de erosiones: la que se manifiesta en el sentido del perfil longitudinal y la que se efectúa en el del perfil transversal; y también que, la potencia de la erosión longitudinal, es función de la pendiente y de la solidez del lecho y de la masa de agua que se precipita en un lugar dado.



a-a-a Trozo de un tramo de la canalización en la cuenca de recepción del torrente. b-b-b Erosión que aún se halla sin corregir.



a-a-a El mismo trozo del torrente visto de arriba a abajo. b-b-b Paredillas para el abanqueamiento y plantación de las laderas del torrente.

Para combatirla es necesario, entonces, disminuir la pendiente, consolidar el nuevo lecho y reducir considerablemente el caudal de avenidas. Este es uno de los efectos que se consiguen con la repoblación, pero los otros dos, es indudable que incumben a los de corrección.

Por otra parte, siendo producida la erosión lateral por las divagaciones de la corriente que va a minar el pie de las márgenes, no puede ser corregida más que por la disminución del caudal, combinada con un ensanchamiento y un encauzamiento del lecho, que permita poner a las márgenes al abrigo de todo ataque, hasta en las mayores crecidas del torrente.

De todo esto resulta que los trabajos de corrección deben tener el triple objeto de disminuir la pendiente del perfil longitudinal, consolidar el nuevo lecho y ensanchar la sección en todas las partes del torrente, susceptibles de ser erosionadas.

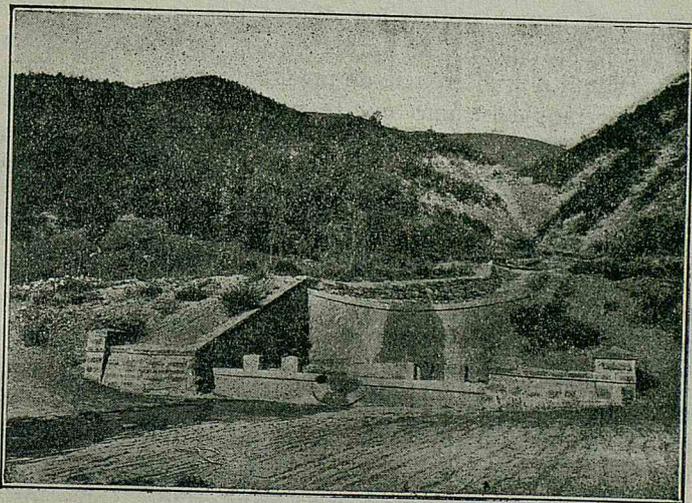
Ahora bien; si suponemos que en un tramo socavable se puede construir económicamente un sólido pavimento de piedras gruesas que recubra el lecho y el pie de las márgenes hasta la altura del nivel de las mayores avenidas, es evidente que la estabilidad del lecho y de las márgenes estará asegurada y los derrumbamientos y los deslizamientos dejarán de producirse.

Pero no se puede pensar en tal trabajo; no sólo por la carestía del sistema, sino porque habría casos en los que hasta faltarían para las obras materiales pétreos.

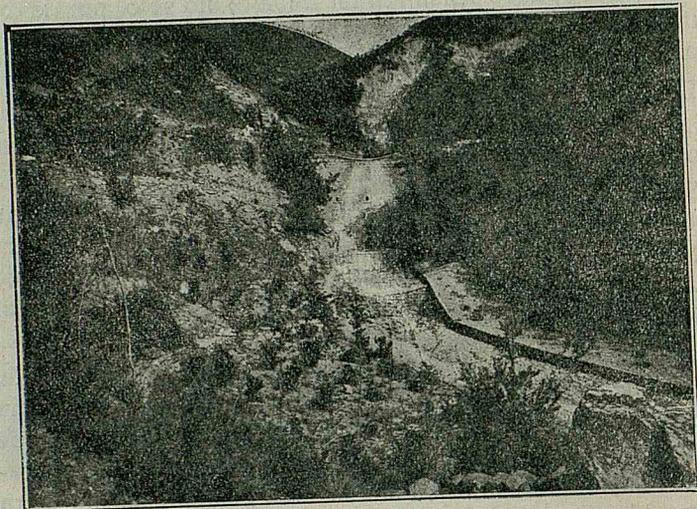
Los Ingenieros de Montes franceses dominaron esta dificultad, con la construcción de diques combinados con otros trabajos complementarios.

Supongamos, en efecto, que en la sección que se va a tratar, se construyen una serie de diques emplazados de tal manera que, entre cada dos de ellos, la línea que une el pie del superior con la coronación del inferior, determine la pendiente de equilibrio.

Es indudable que los materiales acarreados por la corriente, irán a depositarse aguas arriba de estos diques para formar una serie de aterramientos insocavables. Si además admitimos que la altura de los diques sea la suficiente, para que los aterramientos hayan dado al lecho una sección bastante ancha para obligar a las aguas a seguir el medio del cauce e impedir todo ataque a las márgenes, el problema estará evidentemente resuelto; puesto que la pendiente del perfil longitudinal habrá sido disminuída en el grado querido y el nuevo lecho será inexcavable, así como el pie de las márgenes.



Vertedero construído aguas arriba del baden de la carretera de Biescas a Gavín sobre los depósitos que hemos mostrado en la fotografía núm. 18. a-a Erosionnes que daban los materiales que producían la interrupción del tránsito en dicha carretera.



Dique curvilíneo hidráulico núm. 3, de 9'20 metros de altura sobre cimientos con su zambado y contradique y un trozo de encauzamiento empedrado entre los diques de primer orden, números 2 y 3.

Pero este sistema aún resultaría muy caro, por ser muy grande el número de diques que habría que construir.

La altura acumulada de los diques por encima del nuevo lecho (no comprendidas las fundaciones), llegaría a ser sensiblemente igual a la diferencia de nivel que existe entre los dos puntos extremos del tramo que se va a tratar; porque la pendiente de equilibrio, que casi siempre es muy débil, multiplicada por la distancia horizontal entre ellos, daría una cantidad muy pequeña.

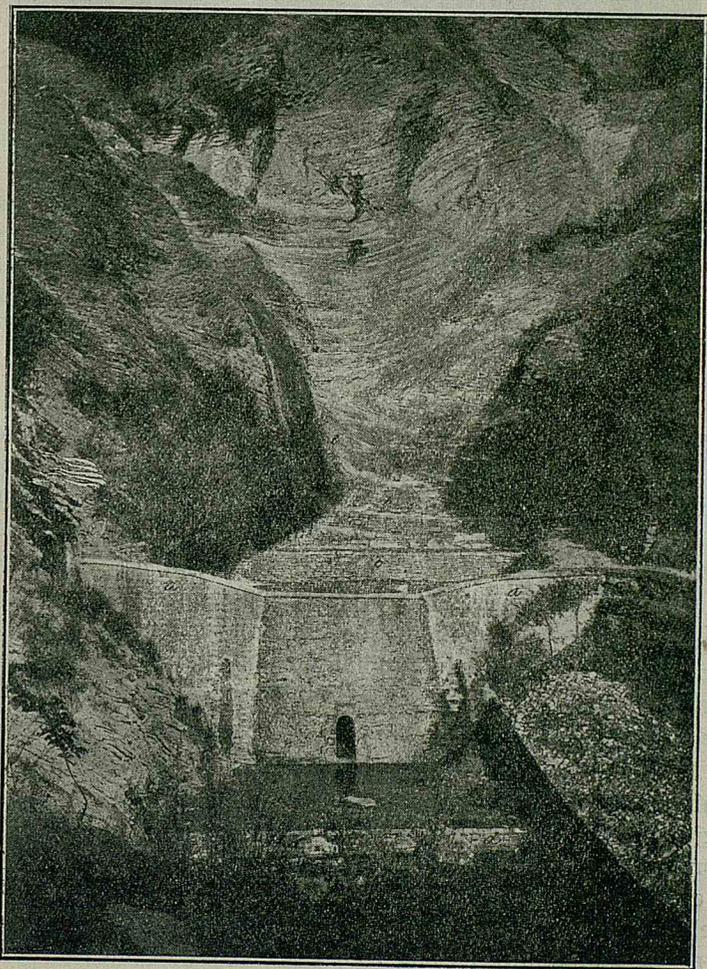
Por otra parte, en los torrentes peligrosos, las pendientes del lecho son casi siempre muy grandes y, por lo tanto, la distancia entre los diques tiene que ser muy pequeña y corren el riesgo de amontonarse unos a otros.

Tenemos que renunciar entonces, a obtener así directamente y de primera intención por el empleo de grandes diques transversales, una serie de aterramientos, cuya pendiente no pase de la de equilibrio.

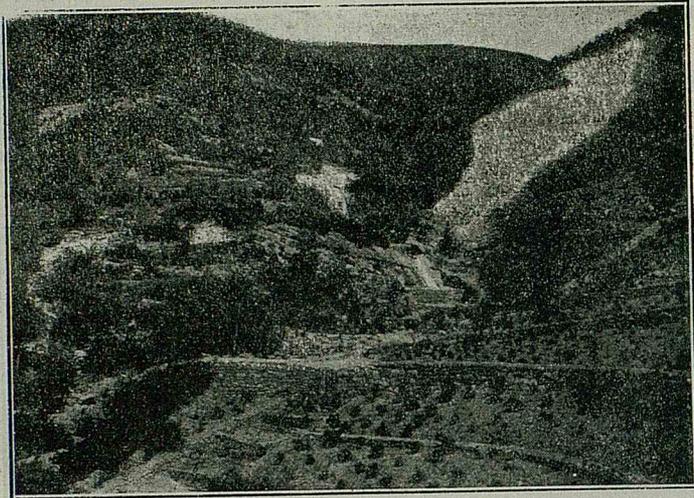
Pero como anteriormente hemos manifestado, sobre los aterramientos o depósitos producidos por un torrente abandonado a sí mismo, el perfil de equilibrio es posterior al de compensa-

ción, que da la mayor ordenada constante, mientras el torrente acarrea materiales sólidos.

Además; si tenemos en cuenta que en todos los torrentes la pendiente de compensación es más de diez veces mayor que la de equilibrio, y disponemos en la sección o en el tramo que vaya a tratarse, un cierto número de diques tales, que el aterramiento



a-a Dique hidráulico núm. 1. b-b Diqueillos contruidos sobre los aterramientos dejados por las las avenidas del torrente «Arratiecho» para conseguir la pendiente de 2.<sup>a</sup> compensación. c-c Zampeado y d-d contradique contruidos al pie del dique núm. 1. e-e Cascada de 11 metros de altura.



a-a Trabajos de restauración de la parte inferior de la erosión media del torrente «Arratiecho». b-b Encauzamiento de parte de la garganta. c-c Erosión todavía sin corregir.

producido por el inferior tenga la pendiente de compensación y llegue por la parte de aguas arriba al pie del inmediato superior, el número de obras, a igualdad de altura, habrá disminuído considerablemente, consiguiéndose además la ventaja de que no habrá peligro de que falten para su construcción materiales pétreos.

De lo que precede resulta, evidentemente, que la altura de los diques debe estar combinada con su aplazamiento, según las condiciones del perfil longitudinal y de los transversales necesarios, siendo por esto muy importante poseer un plano detallado de uno y otro.

He aquí cómo debe procederse, y se ha hecho en nuestros trabajos del Pirineo, insertando las figuras que siguen para la mejor y más fácil comprensión del procedimiento. En ellas hemos considerado un tramo socavable, en los tres períodos de la corrección: el de los diques principales, el de los secundarios y el de equilibrio.

*1.º período* (figura 1.ª, pág. 235). Dividido el torrente en tramos excavables e inexcavables, y suponiendo que actuamos en uno de los primeros, comprendido entre dos de estos últimos, y, además que la pendiente general del tramo excavable es superior a la de

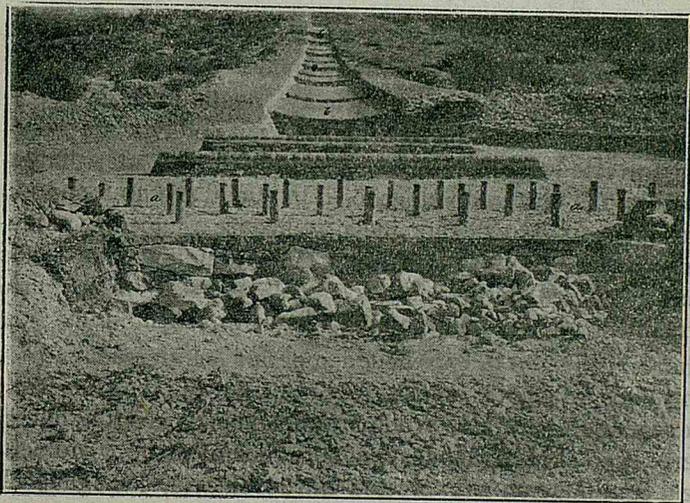
compensación y que ocurre una crecida muy fuerte en este tramo, el lecho podrá ahuecarse, hasta que la pendiente general esté próxima a la de primera compensación.

Como consecuencia de esto, se debilitarían las márgenes y perderían su asiento. Pero si antes de la crecida, construimos en la parte más alta del tramo inexcavable inferior, un dique de piedra de las dimensiones necesarias, esta obra provocará un depósito A, que tendrá la pendiente de compensación y estará formado de materiales de diversos tamaños.

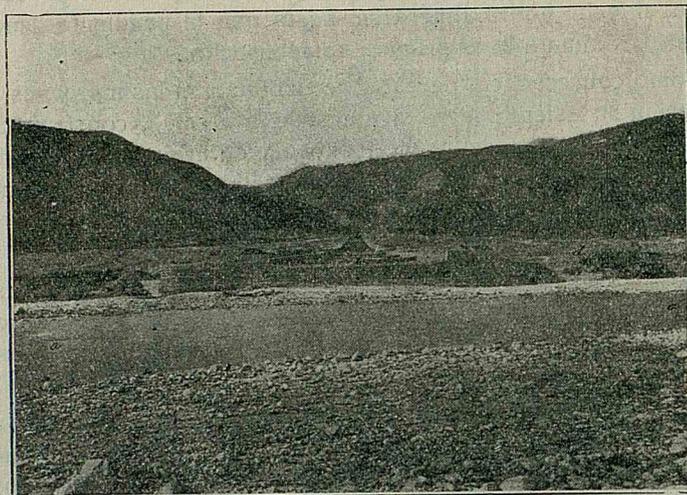
Pero las crecidas moderadas que sucederán a las avenidas, arrastrarán las partículas más tenues y no quedarán detrás del dique más que los materiales gruesos, es decir: los más propios para obtener la estabilidad del lecho.

Así por la creación del primer dique, obligamos al torrente a producir su pendiente de compensación, no por erosiones que debilitan las márgenes y producen derrumbamientos, sino por depósitos que las consolidan; no teniendo que temer, por el momento, de la erosión longitudinal.

Queda la erosión lateral; y como según se demuestra al hacer el estudio de la formación de los perfiles transversales de equi-



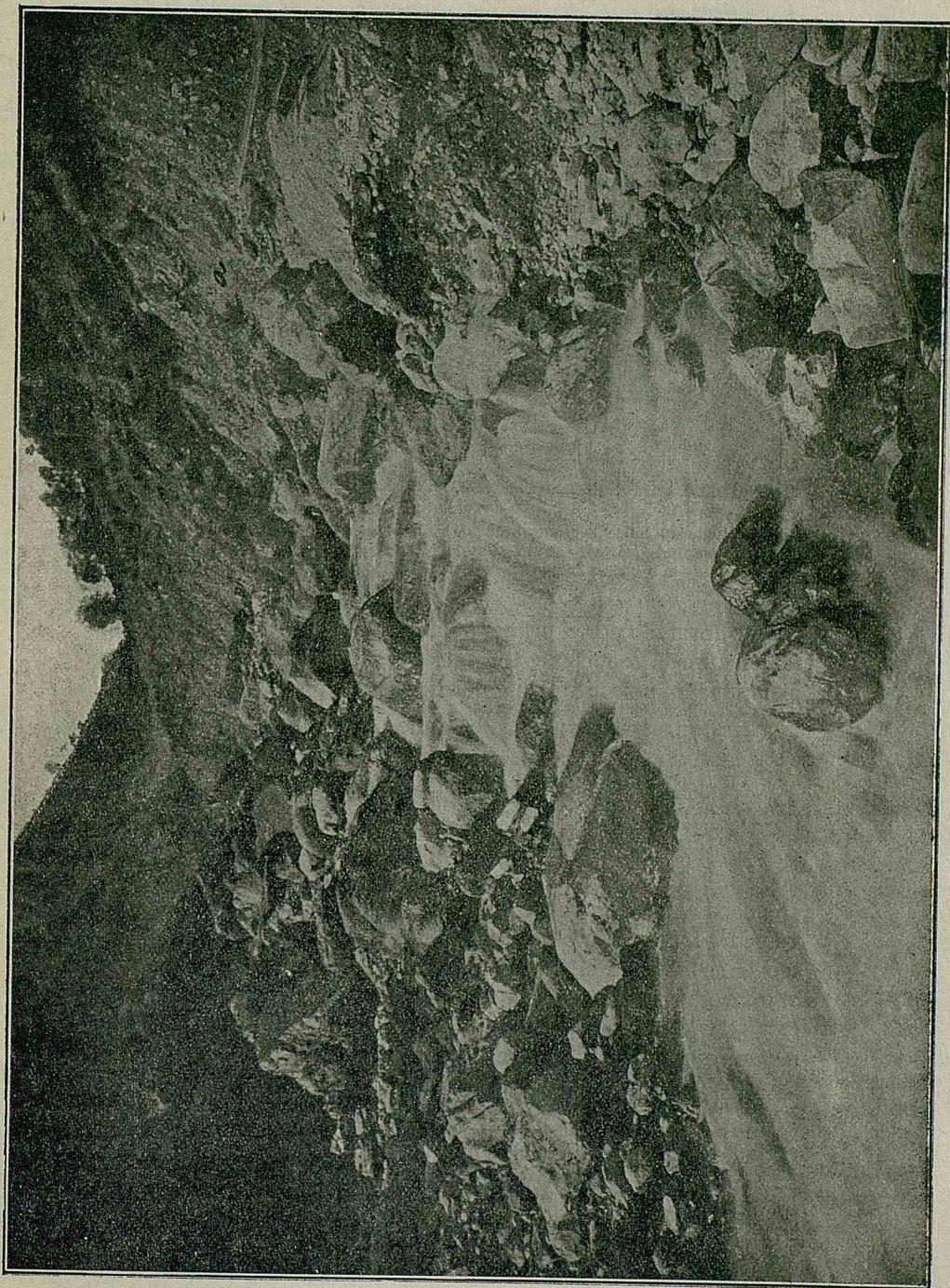
a-a Plazoleta de depósitos en el cono de deyección del torrente «Arratiecho», b-b. Canalización del cono del mismo torrente.



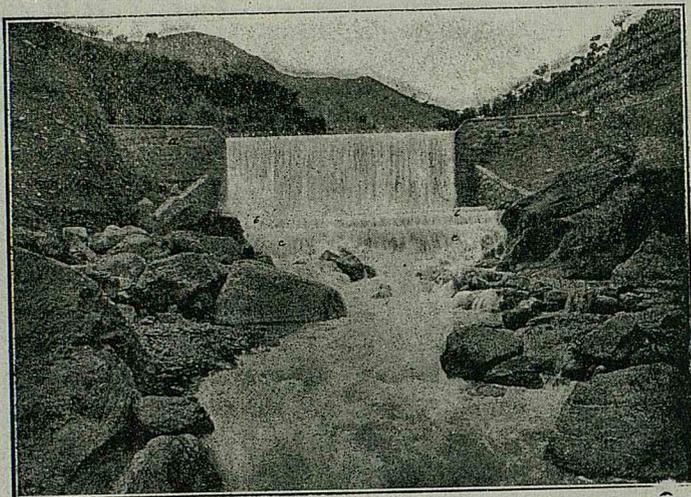
a-a Río Gállego. b-b Canalización del lecho de deyección del torrente «Arás». c-c Vertedero del torrente en el río Gállego. d-d Camino habilitado de la carretera de Sabiñánigo a Panticosa que atraviesa el lecho de deyección del torrente.

librio, los depósitos que acaban de formarse son convexos, las aguas tenderán a dirigirse hacia las márgenes. Para evitarlo, habrá necesidad de restablecer la concavidad, lo que se logra, arrojando hacia las márgenes los materiales de mayor tamaño, trabajo que generalmente cuesta muy poco y da, casi siempre, muy buenos resultados. Las márgenes consolidadas ya por el levantamiento del lecho del torrente, estarán todavía más protegidas por este trabajo; tanto más, cuanto que los aterramientos no sólo han levantado el lecho, sino que al mismo tiempo lo han ensanchado. Es evidente que si se llegase a impedir, al menos durante las crecidas moderadas, la incursión de las aguas en las márgenes, la permanencia del lecho se mantendría mientras fuesen iguales las condiciones de torrencialidad.

Ahora bien; si en la extremidad superior del aterramiento A encontramos un emplazamiento favorable para la construcción de un segundo dique, éste produciría los mismos efectos que el primero. Pero por las razones que antes hemos dicho, si no ocurriese a continuación una crecida extraordinaria, las aguas de otra moderada, después de haber depositado los materiales que acarrearán, volverán a tomar sus propiedades excavantes, y tenderán a dar una pendiente más pequeña al perfil del aterra-



Aspecto del cauce del torrente «Arás» en el vértice del lecho de deyección, en el que se halla construido el dique de 1.º orden núm. 1.



a-a Gran dique hidráulico de primer orden de 7'20 metros de altura sobre cimientos y 43 metros de longitud construido en el vertice del lecho de deyección del torrente «Arás» en el sitio a-a. b-b y c-c Zampeado y contradique construidos al piedel dique.

miento formado por el primer dique. En otros términos: viniendo a aumentar el coeficiente torrencial  $K$ , fórmula (2) resultará una disminución en la pendiente de compensación  $p$ , fórmula (1).

Si entonces no se tuviera cuidado, el segundo dique podría ser destruído y, como consecuencia, los taludes de las márgenes perderían el apoyo de los depósitos que se habían primitivamente formado.

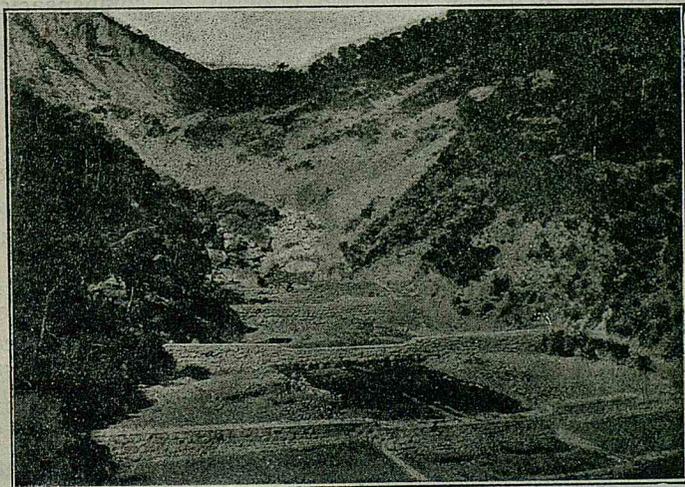
Para evitarlo, es necesario mantener la pendiente que existe entre los diques, lo que se ha conseguido en nuestros torrentes, en casos excepcionales, recubriendo el lecho con una especie de empedrado. Pero este procedimiento es muy caro; frecuentemente se obtiene el mismo resultado, trasladando bloques a sitios convenientes, con algunos enfaginados, &. Lo importante es vigilar e impedir que se agranden las pequeñas degradaciones, obrando según las circunstancias.

Hechas estas observaciones y suponiendo que se atenderá a la conservación de las primeras obras, fundaremos en la extremidad del segundo aterramiento un tercer dique, y así sucesivamente, hasta que hayamos llegado a la extremidad del tramo inexcavable.

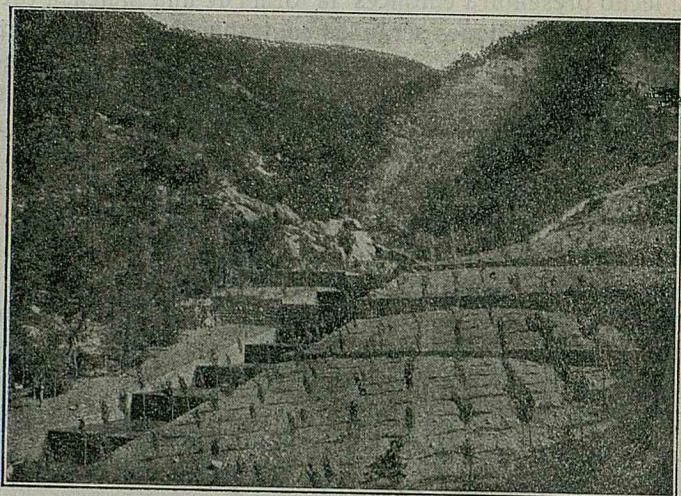
El lecho presentará entonces la forma de una inmensa escalera, en la que los diques serán las contrahuellas, estando dirigidas las huellas según el perfil de compensación. En cada salto de agua, la velocidad de ésta vendrá a quebrarse contra las gruesas escolleras que defenderán el pie de los diques y, por consiguiente, no podrá tomar valores muy grandes. La fuerza de erosión se hallará entonces disminuída y su acción sobre las márgenes se debilitará mnchísimo. Además, el ensanchamiento de la sección disminuirá también esta velocidad. En resumen, con estos trabajos se consigue la consolidación del lecho y de las márgenes, que era lo que deseábamos. Una vez que estas hayan tomado el talud de equilibrio, se las repoblará convenientemente.

Los diques principales deben ser construídos con el mayor cuidado, por ser en ellos donde se apoya todo el trabajo de consolidación.

2.º período (figura 2.ª, pág. 235). Una vez terminada la construcción de los diques principales, los materiales gruesos arrastrados por las aguas se detendrán en los aterramientos producidos por aquellos; las aguas no arrastrarán más que piedras pequeñas; y como su potencia de arrastre no habrá variado, si para entonces



a-a Diques de 2.º orden construídos sobre el aterramiento del dique núm. 1 del torrente «Arás». b-b Encauzamiento del lecho del torrente. c-c Erosiones sin corregir de las que proceden muchos de los materiales sólidos que acarrea el torrente durante sus avenidas



Trozo corregido de la garganta del torrente «Arratiecho» en el que los diques a-a han producido la pendiente de equilibrio del lecho del torrente. b-b Muretes para la restauración de erosiones en las laderas c-c Repoblación en estas laderas.

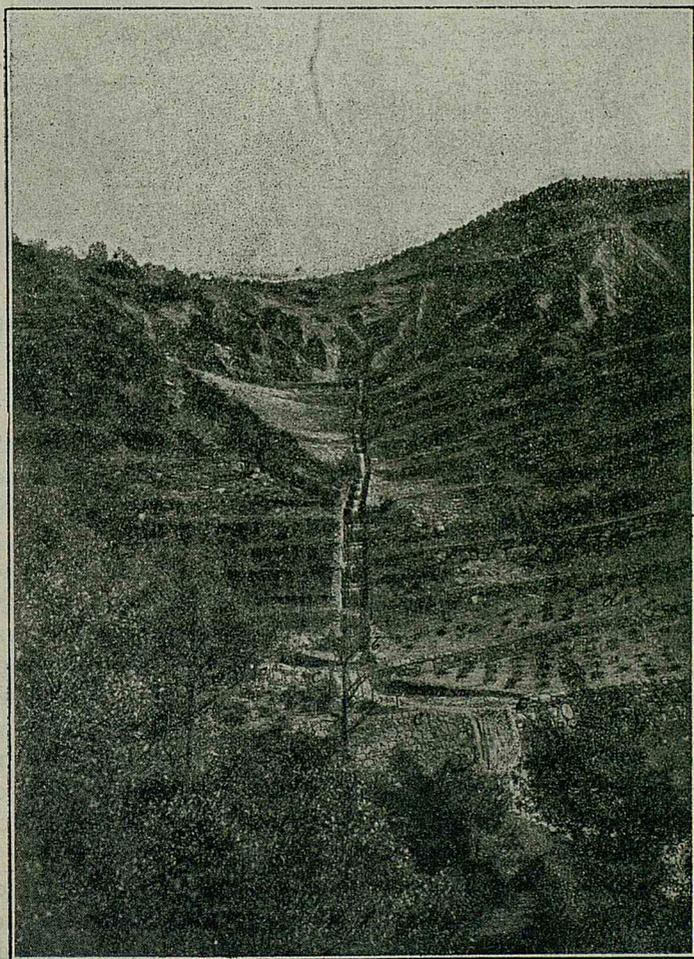
no se halla avanzada la repoblación de la cuenca, aumentará su velocidad y con ello la tendencia a la erosión de los aterramientos; con lo que se suavizará el perfil de compensación, siendo la consecuencia de todo esto, la destrucción de los diques.

Si se manifestase esta destrucción, no bastarían ya sencillos trabajos de entretenimiento para mantener la pendiente que existe entre cada dos diques principales; es necesario, entonces, establecer, entre estas obras, nuevos escalones, cuyas huellas estarán dirigidas según el nuevo perfil de compensación, el cual lo habrá indicado el mismo trabajo del torrente.

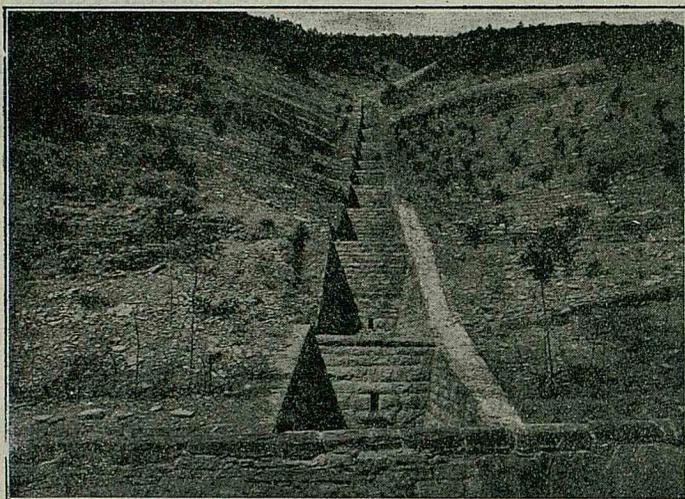
Estos escalones producidos por diques menos importantes, se construirán sobre los aterramientos de los primeros. Las coronaciones de estos muros, llamados por los franceses *seuils*, deberán estar por encima de la línea de la primera compensación, eligiendo sus alturas y sus espacios de tal manera, que la recta que una la coronación de uno de ellos al pie del inmediato superior, esté dirigida según la pendiente de la nueva compensación. Es claro que las aguas del torrente excavarán en la parte superior *a* de cada uno de los aterramientos; pero como

sus materiales rellenarán la inferior *b*, la pendiente general del lecho quedará la misma.

*Periodo de equilibrio.* (figura 3.<sup>a</sup>, pág. 236). Cuando los taludes estén ya garantidos contra toda clase de movimientos, el torrente arrastrará sólo materiales muy pequeños; y como las aguas tendrán entonces toda su fuerza de erosión, tenderán a dar al



Restauración de erosiones en el torrente «Arratiecho». a-a Muretes y paredillas construidas para impedir la erosión de las laderas del torrente. b-b Torrentillo afluente del torrente «Arratiecho» corregido. c-c Diques de 2.<sup>o</sup> orden construidos en la garganta del torrente. d-d Plantaciones ejecutadas en los bancales hechos en las laderas del torrente.



Torrentillo de la «Cabañera» corregido y repoblado. Antes de la corrección los materiales sólidos que arrastraba durante sus avenidas interceptaban el paso por la carretera de Sabinánigo a Panticosa y Francia a-a.

lecho la pendiente de equilibrio, es decir: aquella para la cual la resistencia de los materiales más sueltos, haga equilibrio a la fuerza de arrastre. Los diques, entonces, tenderán a ser erosionados y es preciso hacer nuevos trabajos complementarios, procediéndose, en general, del modo siguiente:

Paralelamente al eje del torrente y limitando al nuevo lecho, se construyen, a derecha e izquierda, unas pequeñas estacadas consistentes en pilotes clavados en el suelo, entre los que se entrelazan ramas de sauce. Después se construye una serie de estacadas transversales equidistantes, cuyas coronaciones pasen un poco por encima de la línea de la última compensación, emplazándolas entre cada dos muretes como estos lo están entre los diques principales. Las aguas, ya claras, no tardarán en socavar la parte de aguas abajo de cada estacada y en colocar los materiales según la pendiente de equilibrio.

De modo es que, en definitiva, el perfil longitudinal del torrente corregido, presentará una serie de escalones cuyas huellas tendrán la pendiente de equilibrio, estando la coronación de las contrahuellas sobre una línea colocada un poco por encima del último perfil de compensación (figura 4.<sup>a</sup>, pág. 236). En esta figura se ve, con toda claridad, el enorme desmonte que hubiera

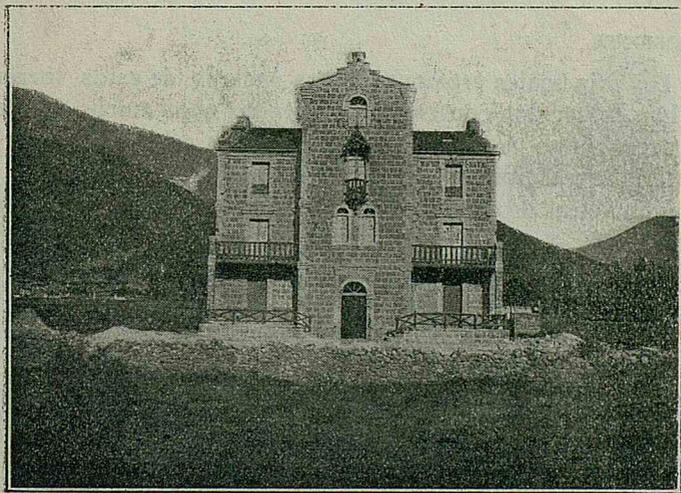
realizado en su lecho las aguas del torrente, hasta llegar al perfil de equilibrio *X*, de haber dejado a este curso de agua abandonado a sus propias fuerzas. Un sencillo escalonamiento del lecho, además de consolidar el cauce, ha evitado este desmonte, impidiendo, como consecuencia, el derrumbamiento de las márgenes y tal vez deslizamientos de fondo en una o en las dos laderas.

Conseguido esto, se taludan las márgenes detrás de cada estacada longitudinal y se colocan plantones de sauce, en líneas inclinadas  $45^\circ$ , con el fin de dirigir las aguas al centro del cauce, introduciendo, en seguida, vegetación arbórea, arbustiva y hasta herbácea, en todas las partes estables.

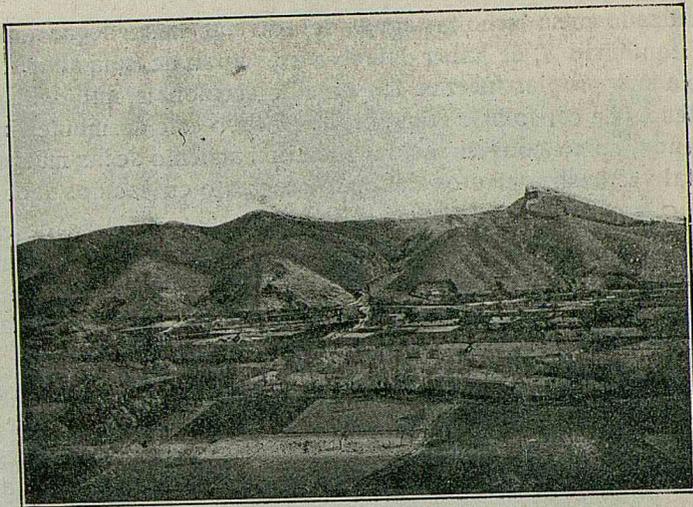
Debemos advertir que, en los casos en que sea más económico el empleo de la piedra que la madera, se deben substituir las palizadas por muretes de piedra; y también, que se puede llegar a suprimir las estacadas longitudinales, bien acentuando las alas de los muretes o ya haciendo rodar grandes bloques que se colocan a lo largo de las márgenes. En nuestros torrentes de los Pirineos se ha hecho, con gran frecuencia, esta substitución.

#### CANALES EMPEDRADOS

En algunos casos en los que las pendientes son muy rápidas y el aterramiento y el ensanchamiento del cauce son inútiles,



Casa forestal de Jefe de Sección construida en Biescas (Huesca) para el personal facultativo de la 1.<sup>a</sup> Sección de la cuenca del río Gállego.



a-a Torrente rambla del «Punzón» que desemboca en las fincas b-b mucho antes de llegar al río Jiloca. c-c Antes de su corrección, sus avenidas inundaban y soterraban estas fincas y muchas de las proximidades, originando daños y perjuicios muy grandes. Hoy se coge, todos los años, la cosecha de esas fincas.

se han construído en nuestros torrentes alpinos, canales empedrados; reduciendo la pendiente, con algunos muretes de piedra en seco y de poca altura, y elevando el lecho con escolleras construídas con piedras sueltas de éste y con las que se hacen caer por las laderas.

#### EROSIONES

Las principales erosiones de las laderas de estos torrentes se han corregido, construyendo en ellas unos muros de piedra en seco de uno a dos metros de altura y rellenando, con los materiales resultantes del descrestamiento, los espacios que quedan detrás de estos muretes; formándose de este modo unos bancales, que se plantan con acacias y chopos y otras muchas plantas de rápido crecimiento.

#### DESLIZAMIENTOS

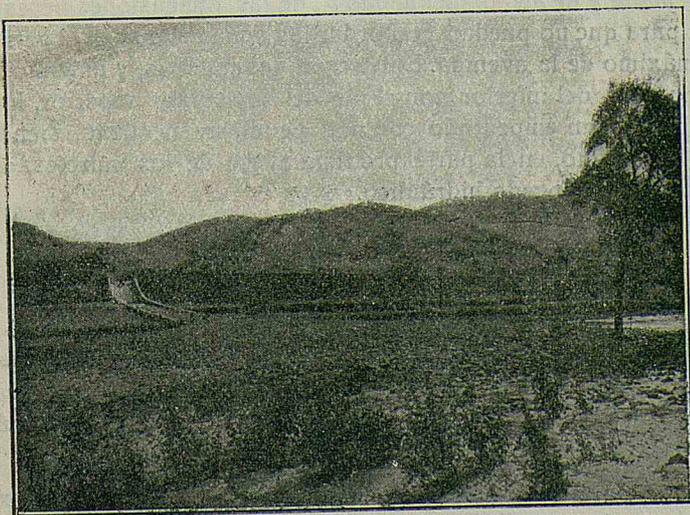
Para la corrección de los deslizamientos superficiales, hay proyectados avenamientos, consistentes en canales de varios sistemas, zanjas con lecho de ramaje o rellenas con hacecillos de este material; surcos enlosados o simplemente empizarrados, canales construídos colocando una losa en el fondo y dos laterales inclinadas para proteger el pie del talud de la zanja, llevando el resto de ésta con piedras de grandes dimensiones, &

Los deslizamientos de fondos se han corregido, acuñando su base por medio de una serie de diques que levantan el fondo del lecho; emplazándolos y dándoles una altura tal, que la línea que pase por las coronaciones de todos ellos, tenga la pendiente general del levantamiento que se ha creído necesario en ese sitio, para detener el movimiento de una o de las dos laderas.

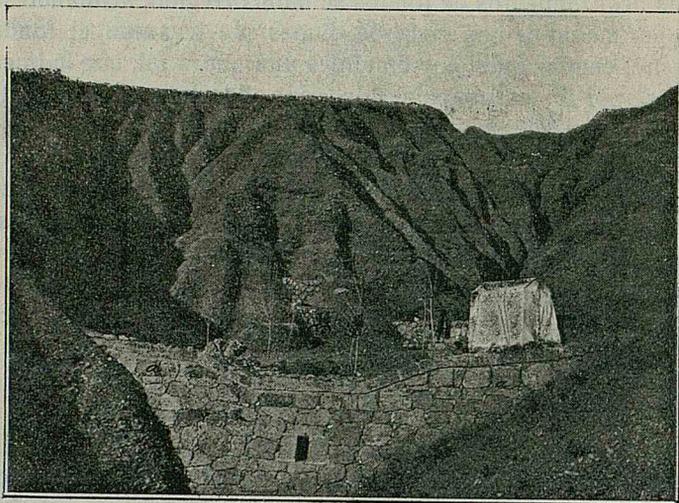
Los aterramientos se vigilan constantemente, para evitar que la erosión en la parte inferior de los diques, determine la destrucción de estas obras; tratándose estos aterramientos—cuando es necesario,—como se ha dicho al hablar del escalonamiento del lecho, para evitar la erosión longitudinal de los torrentes alpinos.

#### CANALIZACIÓN EN LOS LECHOS DE DEYECCIÓN.

Con el fin de hacer posible la construcción definitiva de la explanación de algunas carreteras, se han construído en los lechos de deyección de los torrentes que las atraviesan, canales de encauzamiento, siendo de todos ellos el más importante el del torrente «Arás», que consiste en una serie de muretes de mampostería, colocados a distancias variables, (entre 17 y 25



Torrente rambla de «Val-Martín» (Daroca) que el año 1915 a pesar del encauzamiento b-b construído por el dueño de las fincas c-c las inundó y soterró, quedando destruídas las cosechas por valor de muchos miles de pesetas. Este torrente está en corrección por el procedimiento de laderas cortadas por fajas en contra pendiente y sin estar terminados los trabajos, las fuertes tormentas ocurridas en el otoño próximo pasado, no han ocasionado daños.



Una erosión de la cabecera del torrente rambla del «Reven:ón» (Daroca) antes de estar corregido. a-a Dique base de la corrección

metros) según la inclinación del tramo, con una cubeta—de solera plana y de aletas inclinadas—, de las dimensiones necesarias para que no puedan desbordar las aguas ni aun en el período máximo de la avenida. Entre cada dos muretes, y uniendo la coronación del inferior con el pie del inmediato superior, hay establecido un empedrado con una pendiente pequeña, siendo este pavimento, en la parte próxima al pie de los muretes, un verdadero zampeado hidráulico.

#### BARRANCOS

Los barrancos tributarios de los torrentes se han corregido, siguiendo el mismo procedimiento que en el curso de agua principal, pero con obras menos importantes de madera y piedra; habiéndose tratado las erosiones de su cabecera, en forma análoga a la dicha para las laderas del torrente principal.

En cuanto al resultado de los trabajos que acabamos de exponer, puedo aseguraros que han sido muy satisfactorios.

Por la corrección de los torrentes «Arratiecho» y «Arás», se han evitado las inundaciones de la villa de Biescas y de gran número de fincas situadas en las proximidades de estos cursos.

de agua, y también la interrupción del tránsito en la carretera de Biescas al valle de Broto; faltando ya muy poco para terminar la canalización del lecho de deyecciones del torrente «Arás», en cuyo caso, se podrá construir el puente sobre este curso de agua y convertir en carretera definitiva el actual camino habilitado que atraviesa el lecho de deyección del mismo. La corrección del torrente «Los Meses» ha salvado ya de las inundaciones a la villa de Canfranc, estando también asegurado el tránsito en esta parte de la carretera de Jaca a Francia.

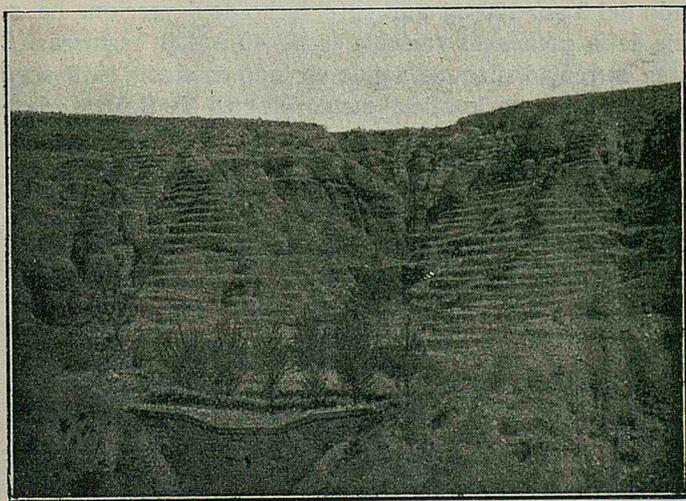
Cón lo expuesto, hay lo suficiente para que os forméis una ligera idea del procedimiento empleado en la corrección de nuestros torrentes del Pirineo, así como de su fundamento.

Voy a tratar ahora del ideado por nosotros, para la corrección de los torrentes-ramblas.

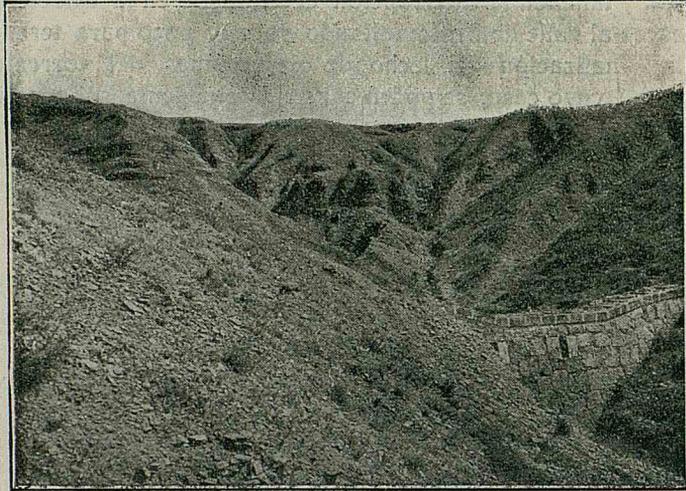
#### TORRENTES-RAMBLAS

Las características de los torrentes-ramblas que se hallan en corrección en la región aragonesa, son los siguientes:

El terreno de la cuenca es bastante quebrado y pertenece a los sistemas cambriano y diluvial; estando compuesto el primero por filadíos, calizas dolomíticas, que algunas veces toman aspecto terroso, y pizarras arcillosas, fácilmente desagregables por la acción de los agentes atmosféricos. El segundo se com-



La misma erosión de la fotografía anterior, después de descrestada, abancalada y plantada

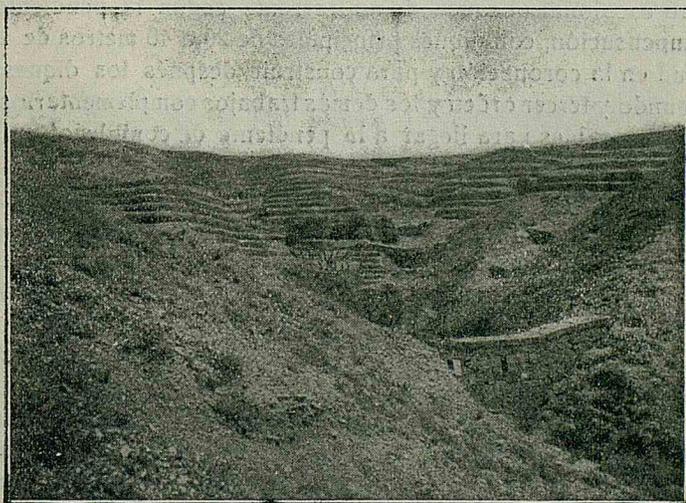


Una erosión de la cabecera del torrente rambla de la «Paridera» antes de la corrección.

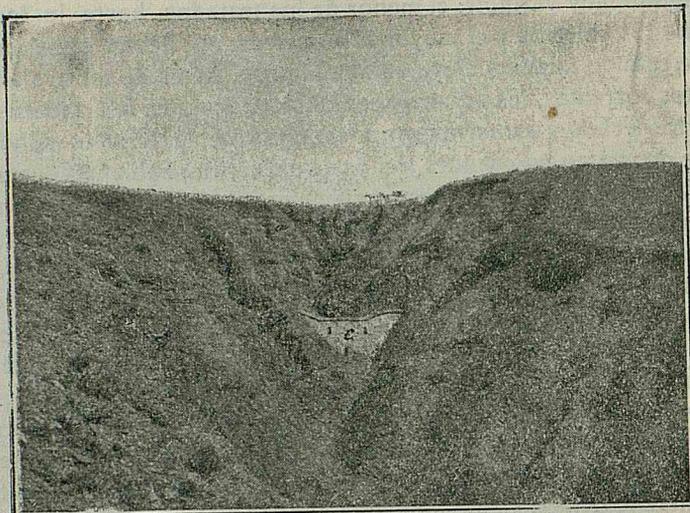
pone de gredas rojas, que a veces pasan a arcillas casi puras, a las que suelen asociarse algunas capas discontinuas de conglomerados poco consistentes, estando cubierto, en muchos sitios, por una capa de gravas y de cantos rodados. El suelo es, generalmente, arcilloso, seco y de poco fondo. Las pendientes del lecho varían, en casi todo su curso, del 6 al 12 por 100, no bajando del 2 por 100 ni aun en el lecho de deyección. La superficie de la cuenca es variable desde 40 a 400 hectáreas. Su clima es extremadísimo, habiendo variado en el año 1918, según datos del Observatorio oficial meteorológico de Daroca, desde 25° C, bajo cero, hasta 40° C, a la sombra; nieva bastante algunos años, y otros muy poco; las altitudes de los torrentes en corrección, varían desde 722 metros a 966 metros; la cantidad media de lluvia anual, viene a ser de 250 milímetros; habiendo años que no se han recogido en el pluviómetro más que 145 milímetros, y bastantes veranos, en los que apenas llueve desde mediados de Junio a fines de Octubre. Las crecidas de los torrentes son generalmente muy rápidas e intensas, a causa, más que de la pendiente y de la cantidad de agua caída en la cuenca, de la impermeabilidad y deleznablez de los terrenos que la constituyen; debiéndose a esta última, el gran número de erosiones (conchas) de las laderas, y de torrentillos y barrancos tributarios que desembocan en la cabecera y en la garganta del torrente. El cauce es en general de bastante anchura, siendo su

longitud muy variable: el menor de los tratados hasta la fecha tiene 1319 metros y el mayor 2791 metros; no llevan agua, más que cuando llueve o nieva en abundancia. Antes de ser tratados estos torrentes, las aguas excavan muchísimo en las laderas y en los lechos y arrastran gran cantidad de materiales sólidos, que depositan en grandes lechos de deyección; habiendo después divagaciones, como consecuencia de estos depósitos. El estado forestal de la cuenca, no puede ser más desastroso; no hay arbolado, y, en general, tampoco matas, maleza ni apenas hierba. Los lechos de deyección están en su mayor parte cultivados, recogiendo el agua de avenidas, en canales construidos por los propietarios para la defensa de sus fincas, o mejor dicho, con la pretensión de defenderlas; porque basta una lluvia de mediana intensidad y duración, para que se produzca el desbordamiento de los cauces y con él, la inundación y el soterramiento de las propiedades próximas a sus márgenes. Algunos torrentes desembocan en poblados importantes y otros directamente en caminos y en las mismas fincas de la vega del Jiloca.

Puedo aseguráros que al conocer por el estudio de estos torrentes-ramblas (que a juzgar por las pendientes y la anchura de su lecho parecían a primera vista inofensivos) las características apuntadas, y más aún, al observar *in situ* el año 1908 sus primeras avenidas, temí que no pudiera llegar a resolverse económicamente el problema de la corrección de estos cursos de agua.



La misma erosión después de descrestada y abancalada por diquecillos de piedra a-a y estacadas. b-b. c-c Dique base de la corrección de esta concha.



a-a Concha de un barranco afluente al torrente rambla de la «Paridera» antes de su corrección b Dique base de la corrección de la concha. c Dique de embalse construido en el cauce del barranco.

El único procedimiento de corrección que se conocía, y que estudiamos al hacer la carrera, era el general de los torrentes alpinos, de que anteriormente os he hablado.

Pero qué cantidad de obra de mampostería había que construir y cuánto habría que gastar, empleando este procedimiento, para escalonar el cauce de un torrente según la pendiente de compensación, con diques principales de 20 a 40 metros de longitud en la coronación y para construir después los diques de segundo y tercer orden y los demás trabajos complementarios indispensables para llegar a la pendiente de equilibrio, mucho más cuando la cata de cimientos nos dió, casi siempre, para estas alturas comprendidas entre 4 y 6 metros y que por lo tanto era necesario hacer grandes contradiques y zampeados al pie de los grandes diques, para evitar la destrucción de estas obras, no habiendo piedra en las cuencas de los torrentes o encontrándose sólo en la parte inferior de la garganta.

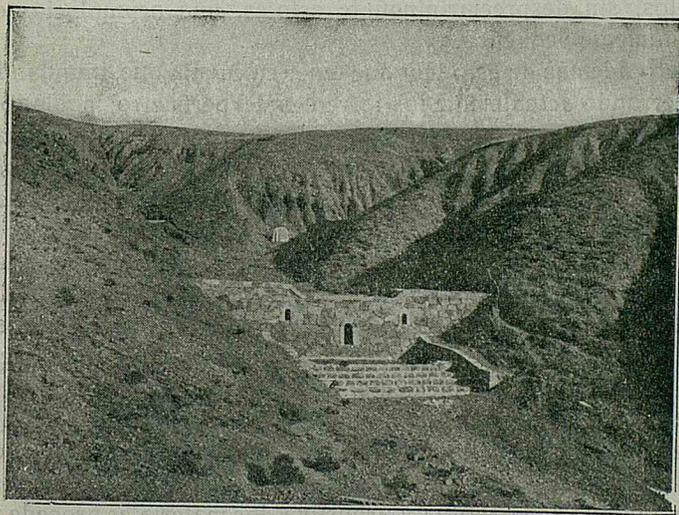
Por otra parte ¿qué dificultades no debían esperarse para la repoblación de las laderas de estos torrentes en un clima tan extremado, con lluvias tan escasas y con un suelo arcilloso muy fuerte y muy poco profundo? ¿Cómo introducir en los lechos de los torrentes la vegetación de hoja plana, sin obras relativamente grandes, que la defendieran al principio del empuje de las avenidas?

Además, aun suponiendo que se llegase a conseguir la repoblación de las laderas y de los cauces ¿no afectaría al prestigio de nuestro Cuerpo la tardanza en tocar los ribereños de los torrentes y de los ríos torrenciales los beneficios de nuestros trabajos?

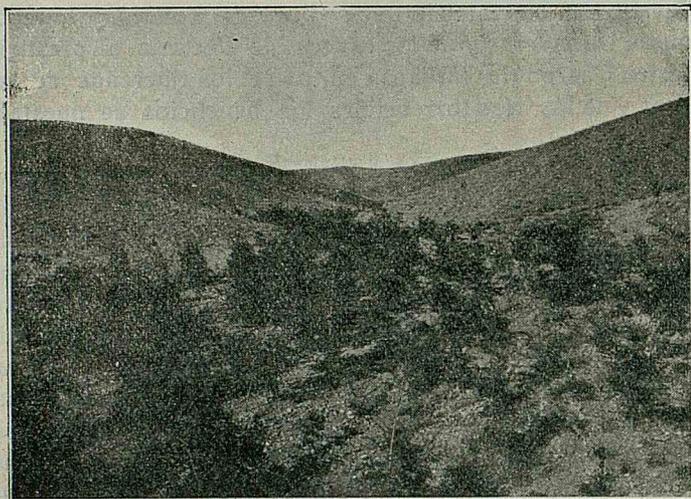
Yo os agradecería muchísimo, que no vierais en estas interrogaciones motivo alguno para demostrar que en la resolución del problema he puesto un caudal enorme de conocimientos de Hidráulica y de Selvicultura: unas ideas elementalísimas de estas dos ciencias y una voluntad firme de vencer en la lucha contra los torrentes-ramblas, es lo que ha resuelto técnica y económicamente el problema de la corrección de estos cursos de agua, en la cuenca del río Jiloca. Lo que sí creemos conviene advertir, es que este procedimiento es también aplicable a la corrección de todos los torrentes-ramblas aragoneses y de las regiones de Cataluña, Valencia, Murcia y Andalucía, en las que tanto abundan y dañan estos cursos de agua.

#### PLAN DE CORRECCIÓN

Ahora bien; el plan de corrección de todos los torrentes-ramblas de la provincia de Zaragoza que se van tratando, varía según el estado de descomposición del terreno y de la pendiente de las laderas, y también con la urgencia en la evitación de los



Dique de embalse con su zamepado a-a y contradique b-b construido en la cabecera del torrente rambla «El Reventón».



Repoblaciones de frondosas en el lecho del torrente rambla «El Reventón».

daños que originan estos cursos de agua; pero, en general, hemos planteado el problema en los términos siguientes:

Siendo la violencia de los torrentes-ramblas una integral formada de una infinidad de elementos casi imperceptibles, el sistema de corrección debe consistir en la extinción de cada uno de ellos, sin despreciar ninguno; esto es, una acumulación de infinitamente pequeños.

Pero además de esto hay que tener en cuenta que, inundando y soterrando actualmente los torrentes del perímetro, poblados, vías importantes de comunicación y fincas de gran valor, y, más aún, teniendo muchos de ellos su desembocadura en estos poblados, caminos y fincas, es de necesidad, para evitar desgracias en los pueblos, la interrupción del tránsito en los caminos y la pérdida de las cosechas y propiedades, impedir que alcancen las avenidas a unos y otras, y de no conseguirse esto por completo, que las aguas, a su llegada a los lechos de deyección, tengan poca velocidad y que su caudal y los aluviones que arrastren, hayan disminuído notablemente.

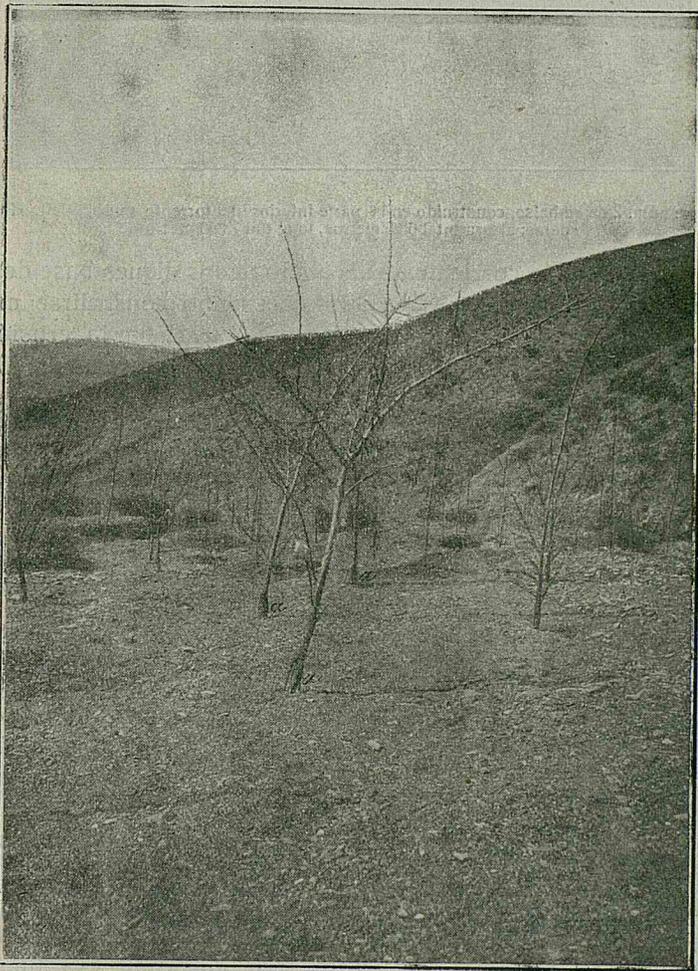
He aquí en síntesis cómo hemos conseguido todo esto. Primeramente se detienen, en las cabeceras del torrente-rambla y de los torrentillos afluentes, por medio de diques, muretes, estacadas y repoblación arbórea y arbustiva, los materiales procedentes del descrestamiento y del escalonamiento de las conchas.

Pero como al disminuir los acarreo de la corriente, sucede lo mismo a la relación entre el elemento sólido y líquido de esta,

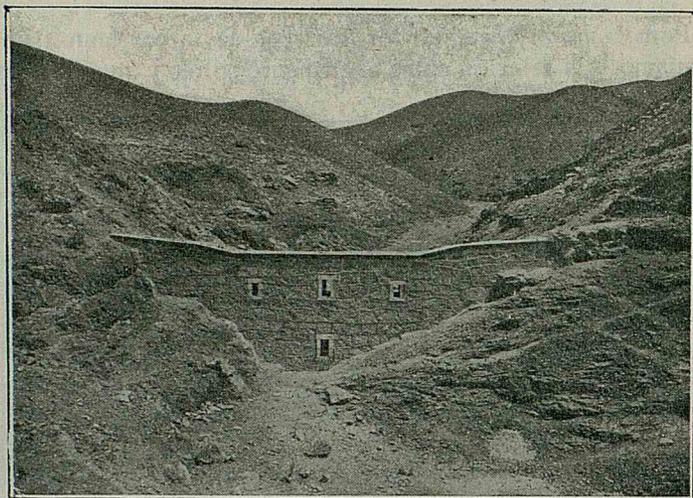
o sea a  $\varphi$  de la fórmula  $K = \frac{\pi}{\pi + \varphi (d - \pi)}$  (2) y como conse-

cuencia de esto aumenta el coeficiente torrencial  $K$  y con este aumento, disminuye la pendiente de compensación

$P = \frac{W^2}{K^2 B^2 R}$ , (1) o lo que es lo mismo: aumenta la fuerza de



a-a-a Descortezamientos producidos por una avenida del torrente rambla de la Paridera en los árboles plantados en el lecho de este torrente



Dique núm. 2 de embalse, construido en la parte inferior del torrente rambla de la «Paridera»; altura total 6'25 metros, longitud 23'50 metros.

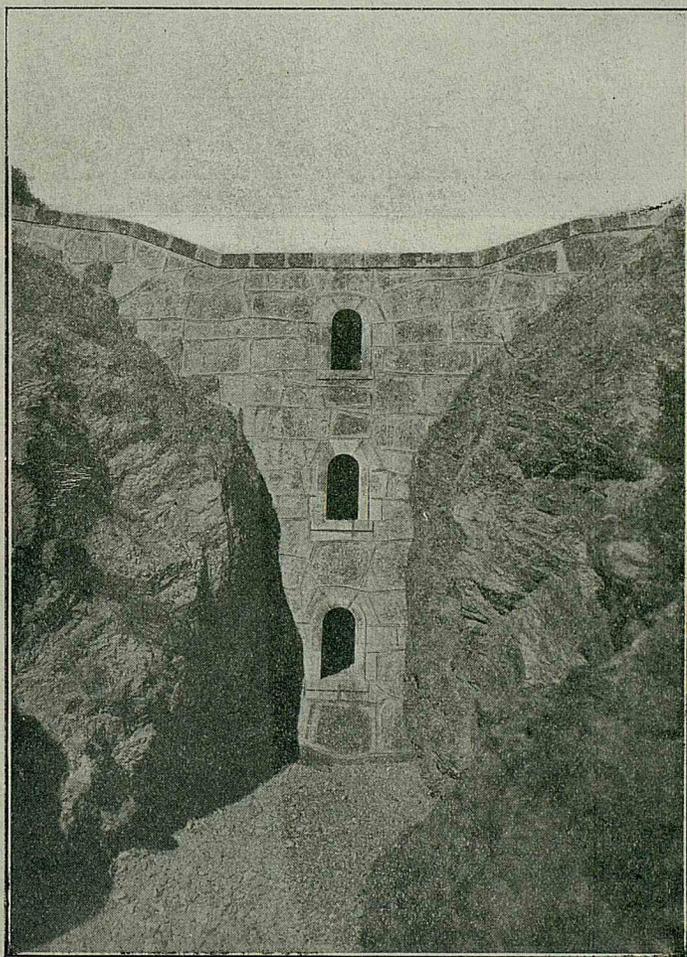
socavación de la corriente aguas abajo de los diques base de la corrección de las conchas, es claro que, de no construirse más obras, no habríamos hecho otra cosa que trasladar la erosión, desde las conchas al lecho del torrente, y no evitaríamos la llegada de materiales al lecho de deyección.

Para conseguir el aumento de la pendiente de conservación, lo único que se puede hacer, según la fórmula (1), es disminuir el radio medio  $R$ , y esto se logra alargando la duración del desagüe, o sea disminuyendo la altura del agua, ya que  $R = mH$  (3).

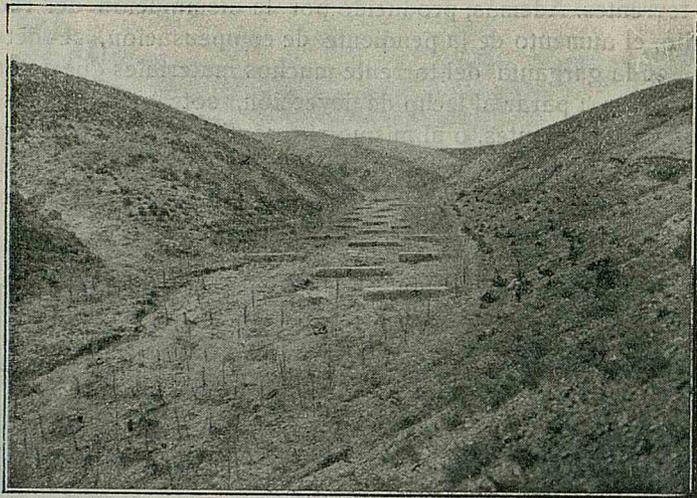
Para conseguir la disminución de esta altura, se construyen embalses en la parte superior de los torrentes y torrentillos y en la desembocadura de estos pequeños cursos de agua; y como el aumentar la pendiente de compensación, por la disminución del radio medio, viene la fijeza de muchas partes del lecho, se va introduciendo en ellas poco a poco vegetación de hoja plana, que, según vaya arraigando, contribuirá a su vez ensanchando la corriente a la disminución de dicho radio.

La acción benéfica de estas plantaciones no puede ser más patente; la mayor parte de estos arbolitos tienen su parte inferior descortezada por la parte de aguas arriba; cuyo efecto no puede ser producido sin disminuir la fuerza viva de la corriente, pérdida que llega a ser muy grande, por *quebrarse* esa fuerza

en cada uno de los arbolitos que hay plantados en los lechos de los torrentes. Además; producido por la disminución del radio medio, el aumento de la pendiente de compensación, se detendrán en la garganta del torrente muchos materiales que de otro modo irían a parar al lecho de deyección, soterrando fincas y caminos importantes, o al mismo río confluente. Claro es que, esta misma pérdida de velocidad por la disminución de la altura del agua, favorece la filtración de esta en el cauce, en provecho de la vegetación misma.



Dique núm. 2 de embalse construido en la parte inferior del torrente rambla del «Punzón»  
altura total 7'65 metros.



a-a Espigones, y b-b banquetas construídas en el lecho del torrente-rambla del «Reventón»  
c-c Plantaciones con plantones de hoja plana, en el lecho del torrente d-d Repoblaciones  
con especies resinosas, en las laderas del torrente.

Pero aun así, debido a la impermeabilidad y gran pendiente de las laderas que vierten directamente en el cauce del torrente-rambla y a que la vegetación que se coloca en ellas simultáneamente con las obras de corrección, tarda unos años en ejercer su acción reguladora en las avenidas, no es posible evitar que se acumulen rápidamente las aguas de las grandes tormentas, en las partes media e inferior de la garganta de los torrentes; y como en la cuenca de recepción ha aumentado el coeficiente torrencial al retener los materiales, necesariamente habría en aquellas partes socavación y aguas abajo inundaciones y soterramientos.

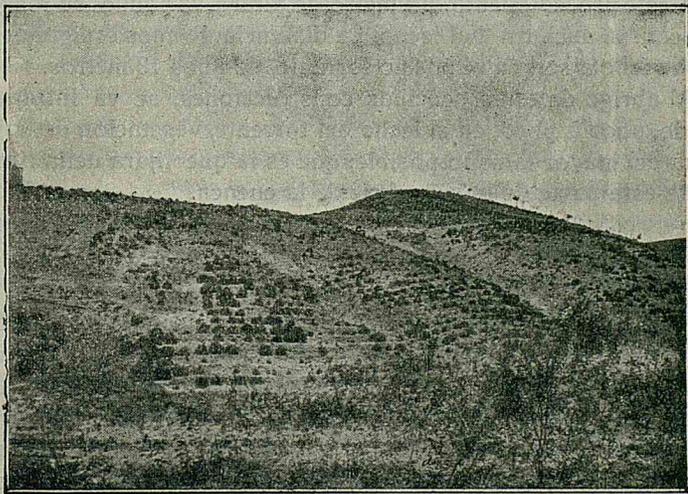
Para evitar esto, se construyen en la parte inferior de la garganta del torrente unos embalses, donde se depositan las aguas, cuya salida se regula por medio de las alcantarillas que llevan estas obras.

Sólo ha ocurrido un caso, el del torrente-rambla del «Reventón» (Daroca), donde no se han podido establecer estos embalses, por pasar el terreno firme en los sondeos de 5 metros de profundidad y tener que ser los diques que habría que construir en la garganta, de gran cubicación y coste; y entonces, para evitar la socavación del lecho en la parte inferior de la garganta del torrente y regular en esta el desagüe de las avenidas, hemos empleado otro sistema.

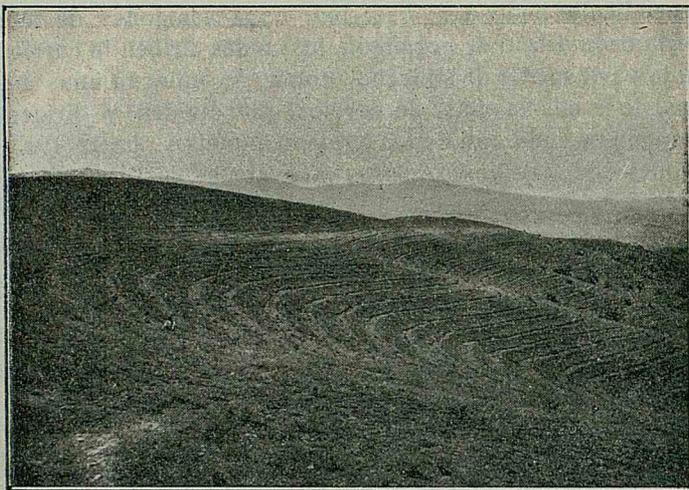
Consiste este, en construir en las orillas del lecho del torrente y perpendicularmente a su dirección, unos espigones de mampostería ordinaria o de hormigón, los cuales dirigen la corriente hacia la parte media de su lecho, donde se colocan unas banquetas, de la misma clase de fábrica, que dividen y dirigen la corriente, por cada uno de los lados de aquellas, hacia los dos espigones de las orillas situados más abajo, cuyos obstáculos vuelven a funcionar como el par análogo superior y llevan la corriente a la segunda banqueta de las construídas en medio del lecho y así sucesivamente.

Este procedimiento está basado, en que dependiendo la potencia de excavación principalmente de la velocidad de las aguas, todo cuanto tienda a disminuir esta velocidad, aminorará también el trabajo de la fuerza de erosión.

La disminución de la velocidad se consigue, por este procedimiento, de dos modos: reduciendo a la mitad la altura del agua y aumentando en más de un doble su recorrido; y como la fuerza viva varía en razón directa de la masa y del cuadrado de la velocidad y el trabajo de la fuerza de socavación viene a ser la mitad de la fuerza viva, es indudable la influencia de las pequeñas construcciones descritas para disminuir las erosiones del lecho y de las márgenes; quedando estas además al abrigo de la socavación, por impedir los espigones a la corriente que



Detalle de las repoblaciones ejecutadas en el lecho a y en la ladera derecha b del torrente.  
c. Camino forestal carretero, construído en esta ladera.



La dera izquierda del torrente-rambla de «Val-Martín» cortada por planos en contrapendiente ya repoblados con planta de dos años.

siga la dirección de una de ellas, como necesariamente tenía que suceder faltando estas obras, obedeciendo la corriente a las leyes de la Hidráulica torrencial.

Los espigones vienen a tener, en la rambla en que hemos aplicado este procedimiento, un metro de altura, variando su longitud con la anchura del lecho. La distancia de unos espigones a otros viene a ser, en el mismo torrente, de unos 10 metros.

Al abrigo de estas sencillas construcciones, se va introduciendo, poco a poco, en el lecho del torrente, vegetación de hoja plana del mayor tamaño posible; que es la que fijará definitivamente esta parte de la superficie de la cuenca.

#### REPOBLACIONES EN LAS LADERAS DE LOS TORRENTES.

La dificultad de las repoblaciones en las laderas de los torrentes, la hemos salvado, en lo posible, dando al suelo, al prepararlo para las siembras o las plantaciones, labores relativamente profundas; entreteniéndolo mullido la capa superficial por medio de binas, a fin de evitar, lo que se pueda, las pérdidas por capilaridad, que en estos terrenos son muy grandes, y favorecer la filtración, dando las escardas convenientes; colocando sombreros de piedra, para evitar la acción directa de los rayos solares y del viento sobre las plantas, disminuyendo así la trans-

piración; cubriendo la superficie de los hoyos con piedras de las que se encuentran en las proximidades, para evitar el caldeamiento del suelo; haciendo los hoyos de manera especial para que recojan la mayor cantidad posible del agua de lluvia; y también, empleando el procedimiento que denominamos, *de laderas cortadas por fajas en contrapendiente*. Este es parecido al de fajas alternas usado comunmente en las repoblaciones, y sirve para repoblar y corregir al mismo tiempo el torrente; lográndose este beneficio sin necesidad de hacer los grandes gastos que lleva consigo el abancalamiento de laderas.

Consiste este procedimiento en cortar las laderas de los torrentes, por una serie de planos de unos cincuenta centímetros de anchura, en contrapendiente, formando fajas, que se dividen en trozos de unos diez metros de longitud, por caballones colocados en el sentido de la máxima pendiente, construyéndose estos con los céspedes que resultan al hacer la roturación del terreno o con la misma tierra.

Los planos en contrapendiente se hacen, abriendo con el arado dos o tres surcos, que siguen aproximadamente las líneas de nivel del terreno; y ensanchando a continuación la faja hasta llegar aproximadamente a los cincuenta centímetros: después se arreglan las tierras para la siembra, teniendo cuidado de colocar las piedras y céspedes, si los hubiese, en la parte inferior del plano en contrapendiente, el que, por tener poca anchura, da lugar a sólo un pequeño terraplén en este sitio, que es por este motivo poco erosionable.

Preparada la faja, se procede a la siembra en líneas o a golpes y, en casos convenientes, a la plantación.

Con este procedimiento, cuyo ensayo hemos hecho en los torrentes «Rambla de la Falcona» y «Rambla de Valmartín», se consigue recoger en las fajas cultivadas, no sólo el agua que cae directamente en ellas, sino también gran parte de la que se vierte en los planos inclinados de las incultas; resultando de todo esto un beneficio muy grande para el nacimiento y desarrollo de las plantas y una gran disminución del caudal de avenidas y por lo tanto de la potencia de excavación y de arrastre de las aguas en la garganta del torrente.

Como veis, en nuestro sistema de corrección de los torrentes-ramblas damos la preferencia, sobre los demás trabajos, a los de repoblación; haciendo esto, no sólo por el ahorro de las grandes obras de regularización del cauce, sino porque, como

antes hemos dicho, la gravedad del problema torrencial en la cuenca de estos torrentes, está, sobre todo, en el abarrancamiento de las laderas, debido a la deleznablez de los terrenos que entran en su constitución; y no hay nada que defienda mejor el suelo contra el abarrancamiento, que la vegetación arbórea y arbustiva, según han probado las experiencias de Mr. Foster, Wollny y otros, de las que anteriormente hemos hablado.

#### RESULTADOS OBTENIDOS CON ESTOS TRABAJOS

El resultado obtenido con el empleo de nuestro procedimiento en los torrentes-ramblas que hemos tratado en los términos de Daroca y de Manchones, podemos calificarlo de satisfactorio. A pesar de haber descargado fuertes tormentas en los términos de estos pueblos, muy especialmente los años 1915 y 1918, nuestros torrentes-ramblas (así los llamamos siempre), no han hecho el menor daño en poblados, en fincas ni en caminos, al paso que los próximos y, más aún, unos torrentillos muy pequeños, que hemos dejado como testigos entre otros tres importantes que hay en corrección, han tenido grandes avenidas y ocasionado daños muy considerables; pudiendo desde luego afirmarse, que los torrentes Rambla del Reventón, Rambla de Matachicas, Rambla del Punzón, Rambla de la Paridera y Rambla de la Falcona, aun no estando por completo corregidos, no ocasionarán ya daños en la ciudad de Daroca (1) ni a los caminos ni a las fincas de su hermosa vega.

Yo os ruego encarecidamente que no veáis en esta afirmación nuestra el menor asomo de vanidad, que no sentimos. Lo que no he de negaros, es la satisfacción que tengo por haber podido pagar, en buena moneda, una deuda de gratitud que tenía con la ciudad de Daroca, que a poco de recoger los primeros beneficios de los trabajos hidrológico-forestales ejecutados en su término, me hizo su hijo adoptivo; y también por haber contribuído, en lo que me ha sido posible, a evitar que nuestros torrentes y ríos lleven flotando, con gran frecuencia, pedazos de la patria, que perdemos para siempre en los abismos del mar.

---

(1) A pesar de estos trabajos, Daroca está expuesta a sufrir grandes inundaciones, como las ha sufrido en otras épocas por el torrente Rambla de la Mina, que no se ha corregido por haberse opuesto algunos vecinos a la expropiación de sus fincas.

Y ya no quiero molestar más vuestra benévola atención; pero no he de terminar sin dar las gracias más expresivas a los señores Académicos y a cuantos me habéis honrado con vuestra presencia a este acto, que quedará para siempre grabado en mi alma.

Y a vosotras os diré, que he tenido una gran satisfacción, al ver que también tomáis parte en nuestras festividades. Yo creo tenéis en ellas, por derecho propio, un puesto de honor, y mucho más, en las que, como en esta, se estudian cuestiones que se relacionan con la repoblación forestal.

Habrà muy pocas que por su especial condición se presten más a las delicadezas femeninas que la causa forestal, por la razón sencilla de que, es muy raro, que el que siembra o planta un árbol de monte llegue a recoger sus productos. Y crear una riqueza importante para que otro la aproveche, no me negaréis que es una obra de abnegación, una manifestación tan pura y desinteresada de amor a la humanidad, que parece ha de encontrar mejor eco en el corazón de la mujer que en la inteligencia del hombre; siendo para mí indudable, que si en actos de esta índole os llegáis a convencer de que la repoblación de la montaña es la seguridad del valle, la regularización de nuestros cursos de agua, la belleza del paisaje y la frescura y la pureza del ambiente: que es freno que sujeta a los torrentes peligrosos y dique que contiene la inundación, vosotras que siempre otorgáis apoyo a todo lo que redunde en bien de la humanidad, aunque os cueste los mayores sacrificios, estoy seguro de que no negaréis vuestro apoyo moral y de propaganda, a la que los Ingenieros de Montes llamamos nuestra *santa causa*. Si educáis a vuestros hijos desde la niñez en el amor al árbol y al monte, tened seguridad completa de que la noble causa forestal estará salvada y, por ello, tendréis, muy justamente, el recuerdo imperecedero y la bendición de las generaciones futuras.

HE DICHO.

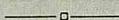
# DISCURSO

DE

**D. PEDRO M.<sup>A</sup> DE AYERBE**

ACADÉMICO NUMERARIO

EN CONTESTACIÓN AL PRECEDENTE



SEÑORES ACADÉMICOS:

SEÑORAS Y SEÑORES:

Sagrados deberes de consideración y respeto a los acuerdos de esta Academia, y de compañerismo e inquebrantable amistad con el Sr. García Cañada, me obligan, en el presente momento, a dirigiros mi pobre palabra, bien ajena, por cierto, a intervenir en solemnidades de esta clase, que siempre debieron serme vedadas, por ser patrimonio exclusivo de doctas personalidades y privilegiadas inteligencias.

No obstante, aquí me han traído, en primer término, la suma bondad de los que, llevados de un altruismo, que nunca será bien ponderado, iniciaron la creación de este nuevo templo de la ciencia en Zaragoza y las razones de respeto y amistad indicadas después, y fuerza será que me oigáis, aun cuando para ello tanto vosotros, mis dignísimos compañeros, como el selecto y distinguido público que nos honra con su asistencia, tengáis que pedir un supremo esfuerzo a vuestra benevolencia y otro, no menor, a ruego mío, a vuestra proverbial caridad.

La primera de las dificultades que se me presenta al tratar de cumplir mi cometido es la de poderos presentar la biografía científica del Sr. García Cañada en forma que satisfaga al alto concepto intelectual y de infatigable laboriosidad que me merece, sin herir su bien probada modestia, y que a su vez campee en ella la más rigurosa exactitud y recta justicia.

La fraternal amistad que con él me une, consolidada con las fatigas, anhelos, contrariedades y satisfacciones que juntos hemos experimentado en doce años, durante los cuales hemos trabajado juntos en el Servicio hidrológico-forestal, no son, como fácilmente comprenderéis, bases muy seguras para no caer en la tentación, si no de penetrar, de rozar un poco los límites del campo de la adulación; si así puede llamarse a la inspirada en sinceros afectos, en nobles y desinteresados sentimientos y en la seguridad de que en el Sr. García Cañada lo hecho hasta aquí no puedo considerarlo más que como un leve indicio de lo que ha de hacer, Dios mediante, en provecho de la ciencia y en bien de la Patria.

Procuraré, no obstante, limitarme a reseñar, absteniéndome, en lo posible, de todo comentario.

D. Nicolás Ricardo García Cañada nació en la ciudad de Logroño, el 6 de Noviembre de 1866, obteniendo en el Instituto de la misma el grado de Bachiller, con la calificación de sobresaliente, después de haberle sido concedidos los premios en varias asignaturas.

Terminados los estudios del bachillerato, ingresó en la Escuela Especial de Ingenieros de Montes, en la que hizo brillantemente la carrera, siendo uno de los tres alumnos, de los diez y ocho que constituían la promoción, que la terminaron en los exámenes de Junio de 1890; debiendo hacer presente que de esa promoción hay hoy en dicha Escuela, debido a sus relevantes méritos, cuatro distinguidos profesores.

Obtenido el título de Ingeniero y destinado al Distrito forestal de Jaén, su primer trabajo fué el estudio del estado legal y forestal de los montes de la Sierra de Segura, el cual fué motivo suficiente para el que fué nuestro maestro y notable dasónomo D. Lucas de Olazábal, encargado de organizar el Servicio de Ordenaciones de montes, lo eligiera entre varios solicitantes.

En dicho Servicio permaneció algunos años, redactando el proyecto de ordenación de uno de los mejores montes de España.

Pasó después al Distrito forestal de Soria, tomando parte muy activa en los estudios para la Propuesta de aprovechamiento del pino negral (*Pinus pinaster* Sol.) para la resinación, estudios que fueron la base de prosperidad de los pueblos propietarios de aquellòs montes, dado que con el importe de las

mieras tan sólo, pueden satisfacer holgadamente todas las cargas del Estado.

En 1901 se organizó el Servicio Hidrológico-forestal en España, a cargo del Cuerpo de Montes, al que fué destinado, habiendo sido encargado por el Ministro de Fomento del estudio de las entonces recientes inundaciones del río Jalón y sus afluentes, de las que ha hecho mención en su discurso, presentando una Memoria y los planos consiguientes, en cuyo trabajo exponía las causas de dichas inundaciones y su remedio, y predecía las catástrofes que recientemente se han producido en Ateca y Torrijo, de las que son una pálida muestra las fotografías que han sido expuestas.

Triste misión es hoy la del Ingeniero de Montes, anunciador de catástrofes y desgracias que rara vez dejan de realizarse con la precisión que las pronostica.

En 1904, o sea con diez años de anticipación, anuncié a varios accionistas de la Sociedad «Aguas de Panticosa» que se hallaban conmigo en la terraza del gran Casino, la hecatombe que en 1914 produjeron los aludes en el célebre Balneario, ocasionando daños valorados en un millón de pesetas. Y si hoy hiciéramos una relación de los pueblos y aldeas, vegas, vías de comunicación y demás elementos de riqueza que están llamados a desaparecer en plazo breve, si no se atiende pronto a remediarlo, seguramente os consternaríais.

Suprimida en 1903 la División hidrológica-forestal de la cuenca media del Ebro, por deficiencias del presupuesto, fué destinado al Distrito forestal de Zaragoza, habiéndose dedicado a la propaganda de la causa con tal éxito que, al poco tiempo de comenzarla, consiguió de los Ayuntamientos el que consiguieran en los presupuestos municipales las cantidades necesarias para la celebración de la «Fiesta del Arbol», que, como todos sabéis, tiene por principal misión la de inspirar a la juventud el amor al que ineludiblemente tiene que ser su compañero durante toda la vida.

En dicha época, y a instancia de la «Sociedad de Labradores de Zaragoza y su provincia», dió un informe acerca de la sequía en Aragón, sus causas y remedios, que, no sólo fué aceptada por tan importante Asociación, sino que mereció los honores de la publicación, a expensas de esta, para ser repartida entre sus socios, asociaciones similares, centros de cultura, etc.

Creada de nuevo la División en 1907, fué destinado otra vez a ella, habiendo ejecutado con gran éxito trabajos de repoblación, calificados anteriormente de difícilísimos, en la Sierra de Moncayo, de Vicort y de Atea, términos de Tarazona, San Martín, el Frasnó y Orcajo, y de repoblación y corrección de torrentes y ramblas en los términos de Daroca y Manchones, empleando en estos últimos métodos y procedimientos propios, acerca de los cuales nada he de decir después de lo que acabáis de oír referente a los mismos; salvo lo que el interesado se ha llamado y que yo debo hacer constar: el cariño y solicitud con que estudió el problema, dignos del mayor encomio, y justamente merecedores de las saluciones de sus superiores jerárquicos y de los aplausos de sus compañeros.

Con dichos trabajos se ha conseguido, además de la creación de una riqueza muy considerable, la atenuación de las inundaciones del río Huecha, y la regularización de las corrientes que a él afluyen por su margen izquierda, con las cuales se riegan muchas hectáreas de las vegas de Tarazona, San Martín de Moncayo y otros pueblos de la comarca; salvar de inundaciones y soterramientos muchas hectáreas de las mejores tierras de las vegas del Jiloca, en Daroca y Manchones y de ser inundados estos dos poblados por las ramblas del Reventón y de Manchones; siendo de lamentar el que por falta de medios no haya podido corregirse aún la llamada Rambla de la Mina para librar a la noble e histórica ciudad de Daroca de la amenaza constante en que se halla de ser inundada y que de nuevo tenga que lamentar daños enormes y desgracias personales, como ha ocurrido otras veces.

Otro de sus trabajos ha sido el estudio de las últimas inundaciones producidas por el río Manubles, aprobado por Real Orden de 28 de Marzo de 1917, de cuyo texto tomamos lo siguiente: «Considerando que el Ingeniero D. Nicolás Ricardo García Cañada ha cumplido de un modo brillante la misión que se le encomendara al encargarle este informe acerca de las causas de las avenidas de los ríos antes citados, habiendo redactado una Memoria que esclarece de modo acabado el problema y en la que se consignan los medios que deben ponerse en práctica para evitar desastres análogos al ocurrido, con lo que, unido a la rapidez con que ha desempeñado su misión, ha puesto de relieve las mejores dotes de inteligencia y actividad, etc. — Su Majestad el Rey (q. D. g.), de acuerdo con lo propuesto por la

Dirección general y lo informado por la Sección 2.<sup>a</sup> del Consejo forestal, ha tenido a bien disponer:

.....

5.º Que se exprese al Ingeniero D. N. Ricardo García Cañada el agrado con que ha visto el celo, actividad y acierto con que ha realizado el trabajo a que esta resolución se refiere, debiendo anotarse este mérito en su hoja de servicios y tenerlo en cuenta cuando proceda para otorgarle una recompensa».

Ha realizado también la reforma de la Piscifactoría Central del Monasterio de Piedra, habiendo conseguido en pocos años aumentar la producción de alevinos para la repoblación ictícola de los ríos en un 60 por 100, a la vez que ha proyectado y dirigido importantes obras de mejora e higienización del establecimiento, entre los que figuran un depósito filtro para evitar los turbios, vivares de incubación y de alevinaje, etc., que, unidos al embellecimiento de aquel sitio de turismo, lo colocaron a la cabeza de los establecimientos similares de España y de muchos del extranjero.

Ferviente y animoso propagandista de la «Causa forestal», por entender como entendemos todos los forestales, y va entendiendo, afortunadamente, todo el mundo, que es una de las bases fundamentales de la reconstitución económica de la Nación, intervino en los Congresos de los riegos de Zaragoza y Sevilla con comunicaciones muy estimadas, publicadas en los libros de estos Congresos; ha dado conferencias relativas a repoblaciones de montes y corrección de torrentes en el Instituto de Ingenieros civiles y en la Escuela de Montes, las cuales fueron publicadas; muchos de sus estudios sobre ordenación, repoblación, piscicultura, etc., hanse publicado también en Revistas científicas; en alguna de estas ha sostenido importantes polémicas de carácter científico con distinguidos Ingenieros; en las que ha demostrado sus profundos conocimientos en Hidráulica general y torrencial, Selvicultura, Botánica, Meteorología, etcétera, siendo tan apreciados sus escritos que la Junta general de la Asociación del Cuerpo de Ingenieros de Montes acordó en 1918, por unanimidad, coleccionar los más importantes y publicarlos por cuenta de dicha Asociación.

Por último, el Sr. García Cañada figura en la petición de recompensas formulada por la Dirección general y en otras hechas por el Consejo forestal en pleno y por el representante en Cor-

tes y Ayuntamiento de la ciudad de Daroca, de la que fué nombrado hijo adoptivo, por sus éxitos en trabajos ejecutados en la 1.<sup>a</sup> Sección de la cuenca del Jalón a su cargo.

Aquí terminaría la reseña de los principales méritos y servicios del Sr. García Cañada, pero le honra otro tan personalísimo que creería injusto el omitir, y es, el haber vertido su sangre en defensa de la riqueza forestal y su engrandecimiento en una brutal agresión de que fué objeto; hecho acerca del cual no entro en detalles ante la seguridad de que el compañero, entre que calle cuanto redundaría en pro de su encumbramiento personal y publique el rebajamiento moral de muchos compatriotas, que de la descripción del hecho había de resultar, prefiere lo primero a lo segundo.

Que Dios los perdone como él los ha perdonado, pues prueba patente de su perdón ha sido el contestar a esa incalificable agresión inspirada en la más supina ignorancia y en esos desenfrenados egoismos que conducen al crimen, con las sabias doctrinas por él lanzadas y los ejemplos prácticos realizados, con los que tanto contribuye a la pública ilustración de la que tan necesitada se halla España.

Por todos los indicados méritos el Sr. García Cañada ha sido llamado a esta Academia y admitido en su seno como elemento de gran valía para el cometido que la misma se ha trazado de contribuir al fomento de las ciencias y a su divulgación.

Sea, pues, bienvenido, y al recibir el abrazo de sus compañeros reciba también la consoladora impresión de que por lo menos, allí donde en este bajo mundo se rinde culto a la ciencia, se le rinde también a la justicia.

Como ha indicado el recipiendario al tratar de justificar el tema de su notable discurso, los que tenemos como principal misión la aplicación de las ciencias a los trabajos que nos están encomendados, o sea al aprovechamiento y obtención del efecto útil de los principios, reglas y fórmulas deducidas de previos estudios científicos, no somos, en general, con harto sentimiento nuestro, los que podemos dedicarnos a esas investigaciones de gabinete o laboratorio de donde sale la luz que ha de guiarnos en el desempeño de nuestro cometido en el punto de aplicación.

Tenemos que limitar nuestra acción a la fiel interpretación de esos principios y a la oportuna aplicación de esas reglas y fórmulas.

Sin embargo, hay casos, en las llamadas ciencias de aplicación a las que nos referimos, en los que la teoría, y la práctica se hallan tan íntimamente ligadas, que, sin temor alguno, podemos afirmar que son complementarias. Hasta tal punto, como sabéis muy bien, que ni una ni otra podrían dar un paso hacia su perfeccionamiento sin sus mutuos auxilios; siendo, por tanto, absolutamente necesaria una constante confrontación entre la técnica que informa los trabajos a realizar y la práctica ejecución de los mismos para venir a deducir de ella las armonías o desacuerdos que entre una y otra pudieran existir. Como quizá esta hipótesis que acabo de lanzar de posibles divergencias entre la teoría y la práctica pudiera parecer un tanto atrevida, me explicaré.

Desde luego esas divergencias no existen, no pueden existir entre los principios fundamentales de una ciencia y los resultados consiguientes a su precisa aplicación, porque entonces dejaría de ser ciencia.

Nos referimos a esos casos en que la técnica no ha dicho aún su última palabra, por hallarse en el período de desenvolvimiento; a esos otros en los que, pudiéramos decir, que se ha desbordado en lucubraciones, dignas ciertamente de toda admiración por la sutileza de espíritu y espasmos de laboriosidad que suponen, pero de difícil o nula aplicación en la práctica; a los en que el problema técnico no está en armonía con el económico a resolver; y, por último, a otro muy frecuente, debido a no estar la ciencia experimental a la misma altura en todos los países y por tanto tener que basarse la práctica en principios que, siendo ciertos en un determinado medio o lugar, no lo son, exactamente, en otro distinto de aquél que sirvió de estudio.

En todos estos casos, los que practicamos, colaboramos directamente, unas veces a la ratificación de la ciencia y otras a su rectificación o ampliación.

Un ejemplo del primero lo hemos podido ver al describir el Sr. García Cañada el sistema de corrección de ramblas por él ideado, supliendo deficiencias de la técnica, la cual, si bien había dado fórmulas generales para resolver con ellas diversos problemas de esta índole, distaba mucho de habernos dicho cuáles y en qué forma debían ser aplicadas en este caso particular.

No puede negarse, por consiguiente, que al ser analizadas y

debidamente escogidas las adecuadas al problema, dicho señor allegó a la hoy ciencia de corrección y extinción de torrentes un nuevo elemento de doctrina, ampliándola debidamente en dicho extremo.

Queda además comprobada la bondad del sistema por los resultados obtenidos.

También sirve de ejemplo este hecho al tercer caso de los enunciados, pues es muy probable que si el Sr. García Cañada hubiera podido proveerse de los materiales de construcción necesarios, en condiciones económicas aceptables, no hubiese torturado su imaginación buscando nuevos procedimientos.

Del segundo caso podríamos citar algunos ejemplos, de todos los cuales deduciríamos que, si tales lucubraciones no sólo no huelgan, sino que son necesarias muchas veces para llegar al perfecto esclarecimiento del problema a resolver, en la práctica se obrará con prudencia mirándolas con cierto recelo—exento de todo prejuicio—en tanto no cristalicen en las más sencillas de las fórmulas, que suelen ser, en último resultado, las máspreciadas.

Que en ciencia como en literatura puede decirse que «quien limpiamente concibe con limpieza escribe».

Para dar una idea del cuarto caso, no hallo nada más gráfico que el relatar un sucedido perfectamente histórico.

En las prácticas de Meteorología de cierta Escuela, el Profesor, después de hechas por los alumnos las observaciones en los aparatos que constituían el observatorio, solía preguntar el tiempo probable deducido de los datos obtenidos. Vamos a ver, Sr. Fulano: Con tal temperatura, presión atmosférica, humedad relativa, evaporación, dirección del viento, estado del cielo, etcétera, ¿qué nos pronostica usted del tiempo?

El alumno, después de un esfuerzo intelectual, real o aparente—pues en tan críticos momentos recordaréis que todos los escolares nos hemos sentido más o menos artistas—para recordar lo que el autor de texto prescribía en este caso semejante, contestó muy prudentemente: Aquí no sé lo que ocurrirá, pero si estuviéramos en Francia llovería seguramente.

El texto, como habrán ustedes supuesto, era francés. Y en efecto, no llovió.

Afortunadamente este caso va siendo en España menos fre-

cuenta cada día, pero forzoso será el procurar cuantos elementos nos sea posible a las ciencias, por lo que a nuestra nación se refiere, a fin de evitar errores en los que necesariamente tenemos que caer al traducir literalmente las extranjeras.

De lo expuesto deduciréis, señores Académicos, que tenemos todos labor sobrada, dentro cada cual de su radio de acción y aptitudes, para ser útiles a la ciencia universal y a la patria en particular; debiendo ser las dificultades con que tropezamos, no un motivo de desaliento, sino un aliciente a nuestra perseverancia, sin el menor temor a que dicha perseverancia llegue a degenerar en tozudez; dado que a nadie ha de extrañar esa característica a la Academia de Ciencias de Zaragoza, que por otra parte realizaría el milagro de convertir un defecto en virtud.

De lo que sí entiendo debemos huir es de pretender crear y definir lo que creado y definido está por el Único que pudo hacerlo, limitándonos a acatarlo reverentemente.

No imitemos a esos biólogos y sociólogos, dignos por otra parte de todos los respetos, que, queriendo escaparse de un Dios Creador, torturan su imaginación buscando los unos el principio vital, el *pangena* de Darwin o *plastidula* de Hæckel y los otros las leyes que han de proporcionarnos el anhelado paraíso terrenal.

Hecha esta digresión, que os ruego me perdonéis en gracia a mi buena intención, y en la que espero no veáis la más remota intención de marcar a la Academia un derrotero, pues haré con seguir el que se me indique en mi calidad de último soldado de fila, réstame hacer los honores al trabajo presentado por nuestro compañero, sintiendo vivamente no puedan ser los que en realidad se merece.

El lema escogido y tan brillantemente desarrollado, no puede negarse que es hoy de palpitante actualidad y de novedad, hasta cierto punto, para una inmensa mayoría, por ser la ciencia hidrológico forestal, o por lo menos su recopilación en un cuerpo de doctrina muy reciente, figurando entre los principales campeones de la misma Fabre, Surell, De Breumont, Scipion Gras, Demontzey, Thiéry, etc., franceses; Schindter, Forster, Kreuter, etc., alemanes; Piccioly, Valenty, italianos, y otros que podríamos citar, todos ellos contemporáneos.

Se observará que en la lista anterior no figura ningún español, pero no es de extrañar si consideramos que así como en el

extranjero se concedió hace más de cincuenta años a los torrentes y a la denudación forestal de las cabeceras de las cuencas la importancia que en sí tienen, procediéndose con mano vigorosa a la corrección y repoblación, en España, no obstante ser por su accidentado relieve foco de numerosos torrentes y ramblas y presenciar catástrofes y desgracias a granel, el Servicio hidrológico-forestal del Estado no se implantó hasta 1901 por Real Decreto de 7 de Junio de dicho año.

Plácemes, a la par que el reconocimiento de toda la Nación, merecen el Excmo. Sr. D. Miguel Villanueva, ministro de Fomento, que lo firmó, y el Excmo. Sr. D. Joaquín Sánchez de Toca, ministro inmediatamente anterior que lo dejó planeado, pero no menores serán aquellos a los cuales se hará acreedor el que, siguiendo el ejemplo de las naciones más adelantadas, dé al repetido servicio el impulso que reclaman las urgentes necesidades del mismo, como habéis podido deducir de lo expuesto por el Sr. García Cañada y deduciréis de lo poco que voy a deciros.

Como el insistir en los sistemas de corrección de torrentes sería repetir en parte lo que acabáis de oír, dado que poco nuevo pudiera añadir digno de mención y el complementar dicho estudio con la corrección y extinción de aludes no lo estimo oportuno en estos momentos, voy a limitarme a exponer algunas consideraciones, procurando ser lo más breve posible, acerca de la causa primordial que origina los torrentes y los grandes desastres que estos producen y están llamados a producir.

Es sencillísimo de explicar, y ello explica también muchos otros transtornos que con harta frecuencia se producen en el orden físico, en el económico y en el social. Yo al menos así me lo explico y si alguien entendiera que mi argumentación es más cómoda que científica, sólo diré que hija es de mis creencias, consolidadas con el estudio de la naturaleza, que siempre será para mí maestra irrecusable.

Dicha causa tiene su origen en esa insana tendencia o prurito del hombre a infringir las leyes naturales, unas veces por pura rebelión contra lo estatuido y las más por conveniencia particular; análogamente a lo que ocurre con los preceptos morales y leyes humanas. Sin tener en cuenta que el mundo no podía existir si no estuviera todo sometido a esas leyes dictadas por una soberana inteligencia.

El Creador, al dictar las que iban a regir el universo, las dividió en dos grandes grupos, comprendiendo en el primero aquellas que en manera alguna podían ser expuestas a una infracción y en el segundo aquellas otras que el hombre puede pretender trocar, si así le place.

Las primeras se cumplen irremisiblemente: así por ejemplo toda esa encantadora máquina celeste marchará con admirable majestad y precisión con estricta sujeción a las leyes que le fueron trazadas. El hombre carece de poder, no ya para trocarlas, sino para pretenderlo siquiera.

Respecto a las segundas, puede, a voluntad, pretender alterarlas; pretender nada más, pero en muchos casos tal pretensión tiene pena de muerte.

En nuestra mano está el someter a nuestro cuerpo a una temperatura superior o inferior a la que por ley física puede soportar, pero no es menos cierto que si lo intentamos pereceremos abrasados o helados.

¿Y qué leyes infringe el hombre para cooperar con ello a la formación de esos temibles torrentes y a la irregularidad del régimen de todo curso de agua, causa de tantos desastres y de que ni la agricultura ni la industria puedan aprovechar debidamente tan preciado líquido, ocasionando, por el contrario, perjuicios sin cuento?

Vais a verlo.

Como todos sabéis, la superficie terrestre dista mucho de tener todos sus puntos a un mismo nivel.

No podía ser así por la sencilla razón de que, si así fuera, si no existieran esas rugosidades, esas elevaciones y depresiones de la corteza, no existieran las corrientes de agua, ni esos depósitos llamados mares, ni ese equilibrio entre los dos elementos agua y tierra, indispensable para la vida de todos los seres orgánicos que existen sobre el planeta.

Esa rugosidad, ese accidentado relieve de la topografía de la corteza terrestre, era indispensable, pues de otra suerte sería imposible ese ciclo que se establece entre los mares y los continentes, vertiendo el agua bienhechora los primeros sobre los segundos, previa evaporación, y devolviéndola éstos a los primeros, mediante las corrientes.

Pero hé aquí, que ese ir y venir de las aguas de los mares a los continentes y de los continentes a los mares está regulado

por leyes meteorológicas, muchas de las cuales nos son aún desconocidas, y por otras como las de la gravedad, la inercia, las que regulan la velocidad de los cuerpos en movimiento, las del plano inclinado, etc., que son, precisamente, las mismas que regulan la fuerza viva de las corrientes, su potencia de erosión y de arrastre y cuyo cumplimiento trae consigo un proceso constante de nivelación de dicha corteza terrestre, mediante la destrucción de sus prominencias, el transporte fluvial de sus elementos componentes terrosos y pétreos y la elevación o peraltamiento de los cauces, de los valles y más tarde de los mares, última etapa del accidentado viaje de los indicados detritos.

Si fuera posible suponer que al Creador pudieron presentársele dificultades al ejecutar su maravillosa obra, como de ordinario se nos presentan a sus criaturas, desde luego hubiera figurado ésta entre las más escabrosas. Pero así como le bastó un *fiat lux* para que la luz fuera hecha, otro *fiat* le fué suficiente para crear los gérmenes de esa feraz, productiva y espléndida vegetación que, a la par que suministra elementos de vida insubstituíbles, que conforta nuestro organismo y recrea nuestros sentidos, sirve de monte protector al deleznable suelo contra los embates de los agentes atmosféricos, principalmente de las aguas y nieves y de su potente acción excesiva.

Análogamente dotó a los mamíferos de sus pieles, a las aves de su plumaje, a los peces de sus escamas, a los moluscos de sus conchas, etc., para defender sus cuerpos de los agentes del medio en que habitan; a la par que de sus enemigos.

Despojados de esas cubiertas y seguramente perecerán.

Despojad a la tierra y principalmente a las cumbres y vertientes de las montañas en las cabeceras de las cuencas de ese manto protector que la vegetación arbórea les proporciona, y, no lo dudéis, perecerán también, mediante el proceso de disgregación y arrastre indicados.

Ved, pues, con qué facilidad, con qué sencillez quedó resuelto el magno problema de hacer perfectamente compatibles leyes naturales que, al tener que cumplirse fatalmente dentro de la esfera de acción por nosotros considerada, parecían antagónicas.

Claro está que la vegetación no resuelve tan sólo ese problema, sino otros mil de vitalísima importancia.

El infinitamente sabio e inimitable Arquitecto no eliminó en esta obra ninguno de los rasgos que acreditan su firma; mara-

villosa organización, múltiple utilidad y encantadora belleza. Si alguna vez no nos damos cuenta de alguno de estos factores que integran toda obra divina, no será, ciertamente, porque no radiquen en ella; será debido a insuficiencias perceptivas por nuestra parte.

Ya sé que puede objetarse que, para llegar a esa perfecta nivelación y aun a la necesaria para dificultar el ciclo indicado, se necesitarían miles de años.

Ciertamente. Pero ¿qué son miles de años ante los millones de la vida de un planeta?

Además: ¿Sería necesario llegar a ese grado de nivelación para hacer en él imposible la vida?

Ni remotísimamente siquiera. Prueba de ello que es suficiente la sola iniciación para que ocurran transtornos sin cuento, como habéis podido ver, y que todo avance en tal sentido, por pequeño que parezca, los ocasiona hoy de tal magnitud que quizá sea tarde para remediar muchos de ellos.

Ved si no, lo que ocurre en los pequeños valles de los Pirineos y otras serranías. Demudadas las vertientes por inauditas talas o arbitrarias roturaciones, la tierra laborable es arrastrada al poco tiempo por las aguas, soterrando las vegas y arrasando también de paso no pocas aldeas y poblados.

Destruído el monte, almacén inagotable, técnicamente tratado, de maderas, leñas, pastos, plantas y frutas industriales; imposibilitada su superficie para seguir con el cultivo agrario que locamente se implantó en ellos; destruidas las vegas y destruidas, o en inminente peligro de serlo, las viviendas, fácilmente se comprenderá que la vida se hace de todo punto imposible, por carencia absoluta de recursos; no quedando otro a los moradores, que el de la emigración.

Para formarse idea aproximada del indicado proceso de devastación, bastará que recordemos algunos datos de los muchos que podrían citarse.

Eliseo Reclus dice que el Loira arrastra anualmente hasta millón y medio de metros cúbicos de légamos y el Allier seis millones, en el mismo tiempo.

Bentabol, en la página 142 de su libro «Las aguas de España y Portugal» dice que, según cálculos del Sr. Benot, el Guadalete conduce anualmente a la bahía de Cádiz 50.000 toneladas de tierras finísimas, que, además de perderse para la agricultura,

perjudican a la bahía, cuyos fondos elevan y concluirán por cerrar los caños de las salinas y de la Carraca, a no emplear medios de limpia costosísimos.

El Llobregat arrastra, según el Sr. Llauredó, 2 kilogramos de cieno por metro cúbico de agua.

El Sr. Ros y Juliá, en la página 81 de su «Memoria sobre las inundaciones del Júcar», estima que las turbias del citado río conducen 10 kilogramos de tierra por metro cúbico de agua, en la provincia de Valencia.

Según el Sr. Cortázar, en su «Memoria geológica de la provincia de Cuenca», los ríos Tajo y Júcar arrastran, en cien días de turbias, sólo de dicha provincia, 1.180.000 metros cúbicos de tierras.

Mr. Demontzey nos dice que el 13 de Agosto de 1876, una tempestad en la cuenca del torrente Jausac produjo una lava de 240.000 metros cúbicos, de los que 179.000 eran materiales sólidos y 61.000 agua, es decir:  $\frac{1}{4}$  de agua y  $\frac{3}{4}$  de materiales.

Quedaron en el cono del torrente 110.000 metros cúbicos de materiales sólidos y descendieron al río Ubage 69.000 metros cúbicos. Teniendo en cuenta que la cuenca de recepción del torrente es de 460 hectáreas, resulta que los 169 metros cúbicos de materiales sólidos descendidos representan una capa uniforme de 37 mm. próximamente.

En los torrentes que estamos corrigiendo en el Pirineo de Huesca, hemos podido observar descensos de materiales de 40 a 50.000 metros cúbicos en una sola crecida; habiendo invadido y soterrado los que descienden por los torrentes que vierten al río Gállego en la parte de vega comprendida entre Biescas y el término municipal de Senegüé—unos seis kilómetros—una superficie de 400 hectáreas de terreno propio para el cultivo agrario permanente de regadío. Como esta clase de terrenos alcanza, por la escasez de los mismos, creciente cada día para la indicada causa, un valor por hectárea de 10.000 pesetas, resulta un perjuicio de 4.000.000 de pesetas originado por la denudación forestal.

Es por consiguiente imprescindible, más aún, fatalmente necesaria, como vemos, esa protección del suelo, principalmente donde se producen o pueden producirse fenómenos torrenciales, implantando la vegetación arbórea allí donde no exista y restaurando la existente, tanto para la estabilidad de aquél, para

su fertilización y la de los demás terrenos sobre los cuales dicha vegetación ejerce sus múltiples y beneficiosas influencias, como para la regularización de los cursos de agua, de la que dependen las riquezas agraria e industrial.

Sin este requisito no hay regeneración económica posible, pues como dice D. Julio Senador Gómez en su preciado libro «La canción del Duero», recientemente publicado, «Tras del árbol viene el agua, tras del agua el pan, tras del pan el camino, tras del camino la rueda, tras de la rueda la máquina, tras de la máquina la industria y tras de la industria el comercio».

En una palabra: todo cuanto integra la riqueza nacional pública y privada.

En otro capítulo de dicho libro, en el titulado «El santo Arbol de la guarda», el autor fia la posible defensa de nuestro territorio contra una invasión extranjera a la existencia de masas arbóreas en los puntos estratégicos que indica.

Pero veo que, inconscientemente, estoy faltando a otra ley natural, cual es la que regula la resistencia de los auditorios, y voy a terminar.

Permitidme tan sólo reiterar mi cariñosa salutación al señor García Cañada y a la Academia, y que salude, no menos cariñosamente, a tan distinguido público y en especial a las damas, a quienes rindo pleitesía desde esta tribuna, y a las que en este momento, al verlas aquí entre las aïredeces de la ciencia, traen a mi memoria aquellas flores que únicamente se hallan en las fragosidades de los bosques; flores las más preciadas por su singular pureza y hermosura, que la naturaleza ofrece como espléndido presente a sus fervientes admiradores.

HE DICHO.

### 3. INSECTOS EXÓTICOS

POR EL R. P. LONGINOS NAVÁS, S. J.

Todos los insectos que voy a enumerar pertenecen al antiguo orden de los Neurópteros y proceden de diferentes envíos que he recibido del Museo de París y de algunos particulares, ya para su estudio, ya con destino a mi colección.

Su cita será útil cuando menos para el mejor conocimiento de su extensión geográfica y de su biología.

Los agruparé en los órdenes ahora admitidos y en sus respectivas familias.

#### PLECÓPTEROS

##### Familia PÉRLIDOS

1. **Ochthopetina caudalis** Nav. Sudán egipcio, provincia de Sennaar, Ch. Alluau, 1907.

2. **Ochthopetina innexa** sp. nov. (fig. 1).

Similis *transvaalensi* Enderl.

Caput superne testaceum; ocellis testaceis, maculæ fuscæ impositis, inter se saltem duplo eorum diametri distantibus, ab oculis quater vel quinquies; oculis fuscis.

Prothorax antice duplo latior, quam longior, superne rugosus, testaceo-fuscus. Meso-et metanotum testaceo-flava, nitida. Pectus testaceo-flavum.

Abdomen in medio basilari flavo-ochraceum, in medio apicali flavo-testaceum; cercis ♂ abdomine longioribus, ochraceis.

Pedes ochracei, tibiis compressis, dilatatis.

(1) Esta comunicación corresponde al tomo de 1920, mas se incluye en éste por evitar la dilación excesiva en la impresión.

Alæ (fig. 1.) hyalinæ, apice elliptice rotundatæ; reticulatione pallida, flavo-viridi; sectore radii ultra venulam radialem duos ramos emittente; venula intermedia primo sectoris radii ramo inserta.

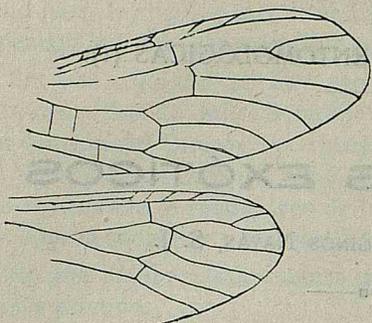


Fig. 1.

*Ochthopetina innexa* ♂ Nav.

Extremo de las alas.  
(Mus. de Paris).

Ala anterior 6 venulis probitalibus, 4 cubitalibus.

Ala posterior 3 venulis cubitalibus.

|               |         |
|---------------|---------|
| Long. corp. ♂ | 6'7 mm. |
| — al. ant.    | 9 »     |
| — — post.     | 7'4 »   |
| — cerc.       | 5 »     |

Patria «Soudan Egyptien.  
Roseires (Haut Nil Bleu) Ch.  
Alluand, 1906» (Mus. de Paris)

### 3. *Ochthopetina petiolata* sp. nov. (fig. 2).

*Similis innexæ* Nav.

Caput superne testaceo-ferrugineum, ad oculos et occiput flavum; oculis nigris; ocellis atris, maculæ parvæ fuscæ impositis, inter se vix duplo, ab oculis quadruplo sui diametri distantibus.

Prothorax antice plus duplo latior quam longior; margine antico leviter convexo; angulis anticis subrectis; marginibus lateralibus retrorsum accedentibus; disco testaceo-ferrugineo. Mesoset metanotum testacea, nitida, leviter ferrugineo suffusa. Pectus testaceum, ad medium pallidius.

Abdomen inferne testaceum, primis segmentis flavidis; superne ad latus fuscens, medio dorso tribus primis segmentis flavidis, reliquis fuscens; cercis ♂ abdomine longioribus, flavo-ochraceis, apicem versus fuscens.

Pedes testaceo-pallidi, tibiis compressis, ochraceis.

Alæ (fig. 2) apice elliptice rotundatæ, hyalinæ vel levissime flavo tinctæ; reticulatione subtota flavescens sive ochracea; sectore radii duos ramos emittente ultra venulam radialem, furca prima petiolata, seu venula intermedia sectori inserta ante primam furcam; secunda furca seu apicali brevior suo pedunculo.

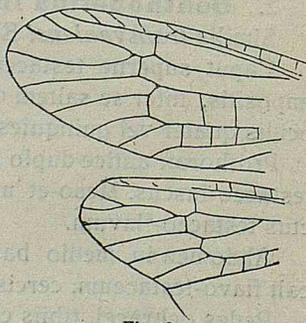


Fig. 2.

*Ochthopetina petiolata* ♂ Nav.

Extremo de las alas.  
(Mus. de Paris).

Ala anterior area procubitali 4-5 venulis; area cubitali 3-4.  
Ala posterior area cubitali 3-4 venulis.

|               |     |     |
|---------------|-----|-----|
| Long. corp. ♂ | 7   | mm. |
| — al. ant.    | 9'6 | »   |
| — — post.     | 8   | »   |
| — cerc.       | 6   | »   |

Patria. «Soudan Égyptien. Roseires (Haut Nil Bleu), Ch. Alluaud, 1906» (Mus. de Paris).

## NEURÓPTEROS

### Familia ASCALÁFIDOS

#### 4. **Allocormodes Lefebvrei** Weele.

Congo francés. Ogooué, Lambaréné, R. Ellenberger, 1910, 1911 (Mus. de Paris).

#### 5. **Allocormodes intractabilis** Walk.

Congo francés. Ogooué, Lambaréné, R. Ellenberger. Haute Côte d'Ivoire, A. Chevalier, 1910 (Mus. de Paris).

#### 6. **Dicolpus volucris** Gerst.

Congo francés. Ogooué, Lambaréné, R. Ellenberger, 1911 (Mus. de Paris).

#### 7. **Discolpus eurypterus** Gerst.

Congo francés. Ogooué, Lambaréné, R. Ellenberger, 1911 (Mus. de Paris).

#### 8. **Suphalomitus argyropterus** Tasch.

Un ejemplar ♀. Congo francés, Ogooué, Lambaréné, R. Ellenberger, 1911 (Mus. de Paris). Especie muy rara; el ♂ es todavía desconocido.

#### 9. **Suphalomitus opalinus** sp. nov. (fig. 3, a).

Similis *argyroptero* Tasch.

Caput facie picea, fronte pilis densis fuscis vestita; labro testaceo; vertice et occipite fuscis, pilis ferrugineis; oculis fuscis; palpis ferrugineis, labialibus apice fuscis; antennis ferrugineofuscis, clava pyriformi, tertio apicali fulva.

Thorax inferne ferrugineo-griseus, griseo pilosus; superne ferrugineo-fulvus, fusco et fulvo pilosus.

Abdomen ferrugineo-fulvum, superne ad latera maculis fuscis notatum.

Pedes ferrugineo-fulvi, fusco setosi; calcaribus testaceis, duos primos tarsorum articulos æquatibus; tarsis nigris; unguibus ferrugineis.

Alæ latæ, citra medium dilatatæ, hyalinæ; membrana in tertio basilari oblique visa lactea, in reliquo ferrugineo tincta, densius pone stigma; reticulatone fusca; stigmatate ferrugineo-testaceo, altiore quam latiore, 4 venulis (interna furcata) comprehenso; area apicali (fig. 3 a) biareolata; sectore radii 5 ramis.

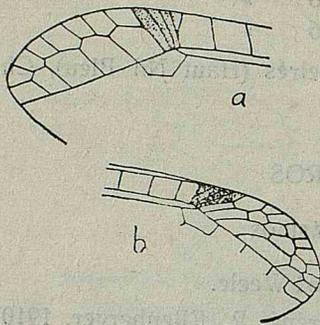


Figura 3.  
a. *Suphalomitus opalinus* ♀ Nav.  
Ala anterior  
b. *Suphalomitus divisus* ♀ Nav.  
Ala posterior.  
(Mus. de Paris).

Ala anterior 6-7 venulis radialibus internis; area cubitali interna angusta, 5 venulis, externa lata, ad medium 4 areolis inter ramum anteriorem cubiti et marginem posteriorem; angulo axillari obtuso, haud prominente.

Ala posterior 3 venulis radialibus internis; area cubitali interna 4-5 venulis, externa ad medium 3 areolis.

|             |   |      |     |
|-------------|---|------|-----|
| Long. corp. | ♀ | 19   | mm. |
| — al ant.   |   | 29   | »   |
| — post.     |   | 23.5 | »   |
| — antenn.   |   | 20   | »   |

Patria. Congo francés. Ogooué, Lambaréné, R. Ellenberger, 1912 (Mus. de Paris).

El color del cuerpo es más pálido que en otros *Suphalomitus*; en cambio el tinte de las alas es más oscuro; el reflejo opalino de la base de las alas en un grande espacio, mayor en el ala posterior, que se hace muy sensible mirándolas oblicuamente, caracteriza bien esta especie.

10. ***Suphalomitus divisus*** sp. nov. (fig. 3, b).

Similis *cephaloti* Mac, Lachl.

Caput fronte fusca, nitida, ad basim antennarum testacea, clypeo et labro testaceis; vertice et occipite fuscis, fulvis mistis; oculis fuscis, sulco transverso late ferrugineo; palpis testaceis, apice fusciscentibus; antennis ala anteriore multo brevioribus, ferrugineis, clava forti, pyriformi, dilatata, fulvo-flava, anguste fusco annulata.

Thorax inferne fusco-ferrugineus, fulvo pilosus; superne fuscus, fusco pilosus, maculis ad medium fulvo-ferrugineis.

Abdomen subtotum fuscum, inferne in medio apicali fulvum.

Pedes robusti, nigri, nigro setosi, basi femorum testacea; calcaribus nigris, duos primos tarsorum articulos superantibus; unguibus nigris.

Alæ hyalinæ; reticulatione fusca, subtota pallidiore; area apicali triareolata (fig. 3, b); stigmati altiore quam longiore, fusco, 4 venulis nigris comprehenso, aliqua interdum furcata; sectore radii fere 5 ramis.

Ala anterior 6 venulis radialibus internis; area cubitali interna brevi lataque, 5 venulis, externa lata, ad medium fere 4 areolis; angulo axillari obtuso, rotundato, leviter prominente.

Ala posterior 3 venulis radialibus internis; area cubitali externa biareolata, ad apicem simplice.

|               |      |     |
|---------------|------|-----|
| Long. corp. ♀ | 27.5 | mm. |
| — al. ant.    | 35.5 | »   |
| — — ant.      | 30.5 | »   |
| — antenn.     | 22.5 | »   |

Patria. Congo francés. Ogooué, Lambaréné, R. Ellenberger, 1912 (Mus. de Paris).

11. **Helicomitus festivus** Ramb.

«Madagascar, env. de Tamarinive, Carle, 1911.—Région du Bahr-el-Ghagal, Dr. R. Gaillard, 1912» (Mus. de Paris). Especie de área muy extensa.

12. **Helicomitus Gromieri** sp. nov. (fig. 4).

Caput flavum, pilis stramineis; genis stramineis; vertice et occipite fulvo-ferrugineis; pilis fuscis; antennis ala anteriore multo brevioribus, flavis, ad articulationes nodosis, fuscis, clava pyriformi, lata, nigra.

Thorax flavus, superne tribus fasciis longitudinalibus nigris; inferne striis nigris; pilis infernis pallidis, supernis plerisque fuscis.

Abdomen inferne nigrum, primis duobus sternitis flavis, linea media longitudinali nigra; superne flavum, fascia lata laterali longitudinali nigra, postice ad apicem segmentorum dilatata et cum opposita subcontigua.

Pedes nigri, nigro pilosi; femoribus superne, tibiis basi flavis, calcaribus rectis, primo tarsorum articulo subæqualibus aut eo vix longioribus.

Alælatæ, apice rotundatæ; reticulatone nigra, radio ab ortu sectoris ad stigmatis apicem flavo; stigmate elongato, 6 venulis

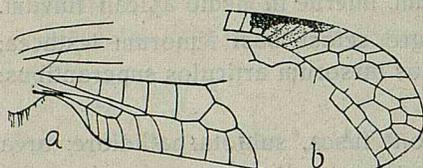


Fig. 4.

*Helicomitus Gromieri* ♀ Nav.  
Base y extremos del ala anterior.  
(Mus. de Paris).

comprehenso, præter costam et interne nigro, ad subcostam el radium late flavo-aurantiaco; area apicali ad medium triareolata.

Ala anterior (fig. 4) 6-7 venulis radialibus internis; sectore radii 6 ramis, primo seu interno ramoso;

postcubito et prima axillari ad basim flavis; area postcubitali simplice (fig. 4, a), angulo axillari rotundato, vix prominente.

Ala posterior 4 venulis radialibus internis; sectore radii 5 ramis, interno furcato sive ramoso; membrana ad basin flava.

Long. corp. ♀ 25.5 mm.  
— al. ant. 39.5 »  
— — post. 31 »  
— antenn. 21 »

Patria. Congo belga. «Volcans du Kivou (1500 - 3000 m), Dr. Gromier, 1911» (Mus. de Paris).

13. **Disparomitus bacillus** Gerst.

Congo francés. Ogooué, Lambaréné, R. Ellenberger, 1912 (Mus. de Paris).

14. **Ascalaphus ictericus** Charp.

Argelia. Mt Tauser, Peyerimhoff (Col. m.).

Familia MIRMELEÓNIDOS

15. **Palpares hispanus** Hag.

Marruecos. «Ourica, P. Pallary, 1914. Dard Goundafi, P. Pallary, 1914» (Mus. de Paris).

16. **Palpares angustus** Mac Lachl.

Túnez. Gafsa, A Weiss, Julio 1904 (Mus. de Paris).

17. **Palpares angustus** Mac Lachl. var. **gloriosa**

Nav.

Argelia: Aïn Sefra, Peyerimhoff (Col. m.). «Algérie, S. Colomb-Béchar, P. Germain, 1912» (Mus. de Paris).

18. **Palpares tessellatus** Ramb.  
«Mauritania: Trarza, Mederdra, G. Mère, 1908» (Mus. de Paris).
19. **Palpares sparsus** Mac Lachl.  
«Rhodesia du Nord: Haut Zambèze, Lealmi, Vict. Ellenberger, 1915» (Mus. de Paris).
20. **Palpares sobrinus** Per.  
«Bechuanaland: Gaberones, R. Ellenberger, 1915» (Mus. de Paris).
21. **Palpares speciosus** L.  
«Colonie Du Cap: Steynsburg, R. Ellenberger, 1915» (Mus. de Paris).
22. **Palpares Burmeisteri** Hag.  
«Haut Sénégal, Dakar, Coll. F. Châtanai 1914» (Mus. de Paris).
23. **Palpares Stuhlmanni** Kolbe.  
Congo belga «Volcans du Kivou, 1500-3000 m. Dr. Gromier Abril, 1911» (Mus. de Paris).
24. **Palpares furfuraceus** Ramb.  
«Haut Sénégal, Niger, Fabien Giraud, 1914» (Mus. de Paris).
25. **Palpares radiatus** Ramb.  
«Mauritanie: Trarza, Mederdra, G. Mère, 1908.—Agadés, entre l'Airet et le Niger, Cortier, 1908» (Mus. de Paris).
26. **Palpares Germaini** sp. nov. (fig. 5).  
Similis *Klugi* Kolbe.

Caput fulvum, clypeo et labro flavis; stria longitudinali ad occiput fusca, cum media dorsali thoracis continuata; oculis fuscis; palpis maxillaribus flavis, labialibus fusciscentibus, ultimo articulo elongato, clava truncata, longitudinaliter sulcata.

Thorax pilis albis; inferne fuscus, superne linea laterali longitudinali fusca.

Abdomen pilis in quatuor primis segmentis albis, in reliquis fuscis; inferne piceum, basi pallidius; superne fulvo-ferrugineum; cercis basi declivibus, mox horizontalibus, cylindricis, leviter arcuatis, apicem versus leviter dilatatis, obtusis, fuscis, interne dense breviterque nigro setosis.

Pedes fusco-nigri, albo pilosi, nigro setosi; genibus testaceis; tibiis anterioribus interne dense aureo pilosis; calcaribus castaneis, leviter arcuatis, duos primos tarsorum articulos æquantibus vel superantibus.

Alælatæ, apice rotundatæ; reticulatone nigra, radio ab ortu sectoris ad stigmatis apicem flavo; stigmate elongato, 6 venulis comprehenso, præter costam et interne nigro, ad subcostam el radium late flavo-aurantiaco; area apicali ad medium triareolata.

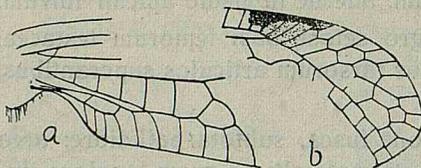


Fig. 4.

*Helicomitus Gromieri* ♀ Nav.  
Base y extremos del ala anterior.  
(Mus. de Paris).

Ala anterior (fig. 4) 6-7 venulis radialibus internis; sectore radii 6 ramis, primo seu interno ramoso;

postcubito et prima axillari ad basim flavis; area postcubitali simplice (fig. 4, a), angulo axillari rotundato, vix prominente.

Ala posterior 4 venulis radialibus internis; sectore radii 5 ramis, interno furcato sive ramoso; membrana ad basin flava.

|               |          |
|---------------|----------|
| Long. corp. ♀ | 25'5 mm. |
| — al. ant.    | 39'5 »   |
| — — post.     | 31 »     |
| — antenn.     | 21 »     |

Patria. Congo belga. «Volcans du Kivou (1500 - 3000 m), Dr. Gromier, 1911» (Mus. de Paris).

13. **Disparomitus bacillus** Gerst.

Congo francés. Ogooué, Lambaréné, R. Ellenberger, 1912 (Mus. de Paris).

14. **Ascalaphus ietericus** Charp.

Argelia. Mt Tauser, Peyerimhoff (Col. m.).

Familia MIRMELEÓNIDOS

15. **Palpares hispanus** Hag.

Marruecos. «Ourica, P. Pallary, 1914. Dard Goundafi, P. Pallary, 1914» (Mus. de Paris).

16. **Palpares angustus** Mac Lachl.

Túnez. Gafsa, A Weiss, Julio 1904 (Mus. de Paris).

17. **Palpares angustus** Mac Lachl. var. **gloriosa** Nav.

Argelia: Aïn Sefra, Peyerimhoff (Col. m.). «Algérie, S. Colomb-Béchar, P. Germain, 1912» (Mus. de Paris).

18. **Palpares tessellatus** Ramb.  
«Mauritania: Trarza, Mederdra, G. Mère, 1908» (Mus. de Paris).
19. **Palpares sparsus** Mac Lachl.  
«Rhodesia du Nord: Haut Zambèze, Lealmi, Vict. Ellenberger, 1915 (Mus. de Paris).
20. **Palpares sobrinus** Per.  
«Bechuanaland: Gaberones, R. Ellenberger, 1915» (Mus. de Paris).
21. **Palpares speciosus** L.  
«Colonie Du Cap: Steynsburg, R. Ellenberger, 1915» (Mus. de Paris).
22. **Palpares Burmeisteri** Hag.  
«Haut Sénégal, Dakar, Coll. F. Châtanai 1914» (Mus. de Paris).
23. **Palpares Stuhlmanni** Kolbe.  
Congo belga «Volcans du Kivou, 1500-3000 m. Dr. Gromier Abril, 1911» (Mus. de Paris).
24. **Palpares furfuraceus** Ramb.  
«Haut Sénégal, Niger, Fabien Giraud, 1914» (Mus. de Paris).
25. **Palpares radiatus** Ramb.  
«Mauritanie: Trarza, Mederdra, G. Mère, 1908.—Agadés, entre l' Aïret et le Niger, Cortier, 1908» (Mus. de Paris).
26. **Palpares Germaini** sp. nov. (fig. 5).  
Similis *Klugi* Kolbe.

Caput fulvum, clypeo et labro flavis; stria longitudinali ad occiput fusca, cum media dorsali thoracis continnata; oculis fuscis; palpis maxillaribus flavis, labialibus fusciscentibus, ultimo articulo elongato, clava truncata, longitudinaliter sulcata.

Thorax pilis albis; inferne fuscus, superne linea laterali longitudinali fusca.

Abdomen pilis in quator primis segmentis albis, in reliquis fuscis; inferne piceum, basi pallidius; superne fulvo-ferrugineum; cercis basi declivibus, mox horizontalibus, cylindricis, leviter arcuatis, apicem versus leviter dilatatis, obtusis, fuscis, interne dense breviterque nigro setosis.

Pedes fusco-nigri, albo pilosi, nigro setosi; genibus testaceis; tibiis anterioribus interne dense aureo pilosis; calcaribus castaneis, leviter arcuatis, duos primos tarsorum articulos æquantibus vel superantibus.

Aë angustæ, acutæ, stria fusca ex guttis formata margini externo parallela illique proxima; stria apicali fusca longitudinali in apicem ipsum finiente; stigmatè pallido; reticulatione plerumque pallida, in maculis guttisque fusca; radio subtoto (ala ant.) vel toto (ala post.) fusco.

Ala anterior tota atomis fuscis irrorata, maxime ad venularum insertionem; venulis costalibus plerisque ad utrumque apicem, aliquot etiam ad medium puncto fusco notatis, 3-4 basilariibus immaculatis; area radiali interna aliquot areolis citra sectoris ortum divisis. Stria antemarginalis fusca ab apice sectoris cubiti ad alæ apicem, cum stria longitudinali apicali confluens. Fasciæ transversæ fuscæ brevès parumque definitæ: 1.<sup>a</sup> interna præter cubitum citra et ultra ejus divisionem; 2.<sup>a</sup> ante medium macula discali a pro-cubito usque ad duos tertios posteriores, reticulatione plerumque pallida; 3.<sup>a</sup> antestigmatis fere inter ramum posteriorem sectoris radii et cubitum vel posterius; 4.<sup>a</sup> apicalis in duas divisa: anteriorem in area apicali maculis confluentibus, posteriorem in striam, a ramo posteriore (1.<sup>o</sup>) sectoris radii, obliquam in tertio apicali usque ad alæ apicem rectam seu longitudinalem.

Ala posterior (fig. 5) fasciis manifestis: 1.<sup>a</sup> interna macula grandi supra et ultra divisionem cubiti; 2.<sup>a</sup> antemedia, macula discali irregulari, tertium anteriorem et posteriorem attingente; 3.<sup>a</sup> stigmatis a costa, ad ramum posteriorem sectoris radii dilatata, ad cubitos oblitterata; 4.<sup>a</sup> apicali divisa, maculis in area apicali,

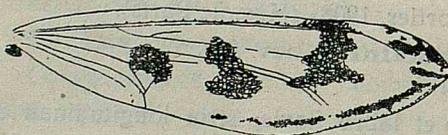


Fig. 5.

*Palpares Germaini* ♂ Nav.

Ala posterior (esquemática).

(Mus. de Paris).

stria longitudinali recta, brevi, usque ad alæ apicem. Præterea venulæ costales ad subcostam fuscæ. Area radialis interna partim citra ortum sectoris areolis divisis. Pilula ♂ axillaris lata, ferruginea.

|               |        |
|---------------|--------|
| Long. corp. ♂ | 48 mm. |
| — al ant.     | 49 »   |
| — — post.     | 46'5 » |
| — cerc.       | 4'2 »  |
| Lat. al. ant. | 12'8 » |
| — — post.     | 12 »   |

Patria. «Algérie, S. Colomb-Béchar, P. Germain 1912» (Mus. de París).

Por su gran semejanza con el *P. Klugi* Kolbe se hace necesario marcar sus diferencias, en vista de la figura exacta de Klug, descripción de Kolbe y un ejemplar de mi colección conforme en todo a una y otra.

Las alas son mucho más estrechas, la anterior mucho más salpicada de pardo, y la línea antemarginal mucho más marcada.

El abdomen ofrece claramente otro color.

Las patas en el ♂ de *Klugi* notablemente más pálidas, «pedibus pallidis, tarsi fuscis», dice Kolbe (Stett. Entom. Zeit., 1898, p. 231).

El tamaño es también algo menor.

27. **Symmethetes moestus** Hag. var. **Joannisi** Nav.  
«Bechuanaland: Gaberones, R. Ellenberger, 1915» (Mus. de París).

28. **Palparellus spectrum** Ramb.  
«Haut Sénégal: Niger, Fabien Giraud, 1914» (Mus. de París).

29. **Tomatares citrinus** Hag.  
«Bechuanaland: Gaberones, R. Ellenberger, 1915» (Mus. de París).

30. **Tomatares Bouvieri** Nav.  
«Haut Sénégal: Niger, Fabien Grandi, 1914» (Mus. de París).

31. **Palparidius concinnus** Per.  
«Bechuanaland: Gaberones, R. Ellenberger, 1915» (Mus. de París).

32. **Synclisis bætica** Ramb.  
Argelia: Argel, Peyerimhoff (Col. m.).—«Tunisie: Ile Djerba. A. Weiss, 1912» (Mus. de París).

33. **Phanoclisia longicollis** Ramb.  
Argelia: El Oued, Sahara argelino, Dr. Vergoz (Col. m.).

34. **Myrmeleon medialis** Banks.  
«Colonie du Cap. Steynsburg, R. Ellenberger, 1915», (Mus. de París).

35. **Morter hyalinus** Oliv.  
«Tunisie: Ile Djerba, A. Weiss, 1910.—Mauritanie: Trarza, Mederdra, G. Mère, 1908. Caucase, Prov. d' Elisabethpol, Goox Tapa, L. Mesmin, 1910» (Mus. de París).—Argelia: «Guelt es Stel, Hauts Plateaux d' Alger», Mayo 1907, Peyerimhoff.—El Goléa, 1 de Noviembre de 1918, Surcouf (Col. m.).

36. **Morter obscurus** Ramb.  
Congo francés. Ogooué, Lambaréné, R. Ellenberger, 1911.
37. **Morter Doralice** Banks.  
Bechuanaland, R. Ellenberger, 1912 (Mus. de París).
38. **Solter liber** Nav.  
Marruecos: Safi, Agosto de 1918, Dr. Lucas (Col. Gelin).—  
«Algérie, S. Colomb-Béchar, P. Germain, 1912» (Mus. de París).
39. **Cueta puella** Nav.  
«Algérie, S. Colomb-Béchar, P. Germain, 1912. — Tunisie: Ile  
Djerba, A. Weiss, 1910» (Mus. de París).
40. **Cueta variegata** Klug.  
«Tunisie: Gafsa, A. Weiss, Juillet 1904» (Mus. de París).
41. **Cueta punctatissima** Gerst.  
«Bechuanaland: Gaborones, R. Ellenberger, 1915» (Mus. de  
París).
42. **Gepus curvatus** Nav.  
«Algérie, S. Colomb-Béchar, P. Germain, 1912» (Mus. de Pa-  
rís).
43. **Gepus curvatus** Nav. var. **tersa** Nav.  
Con el anterior.
44. **Gepus invisus** Nav.  
Túnez: Tozeur, Julio de 1908 (Col. Gelin).
45. **Macroleon lynceus** F.  
Congo francés. Ogooué, Lambaréné, R. Ellenberger, 1912  
(Mus. de París).
46. **Macroleon 5-maculatus** Hag.  
Congo francés. Ogooué, Lambaréné, R. Ellenberger, 1912.—  
«Guinée française, Dalaba, Décembre 1910, A. Chevalier» (Mus.  
de París).
47. **Hagenomyia tristis** Walk.  
«Cote d' Ivoire. Entre Mancono et Ungerville (F. Fleury, A.  
Chevalier 1910» (Mus. de París).
48. **Cocius** gen. nov.  
Similis *Hagenomyiæ* Bks.  
Caput antennis thorace brevioribus, clava mediocri, inser-  
tione distantibus.  
Prothorax fere longior quam latior.  
Abdomen cercis superioribus ♂ parum prominentibus; lami-  
na subgenitali distincta.  
Pedes mediocres; calcaribus primo articulo tarsorum haud  
longioribus; tarsis articulis 1 et 5 longis, intermediis brevibus.

Alæ area radiali 4 aut pluribus venulis citra ortum sectoris; angulo cubiti aperto; area apicali lata, saltem una serie venularum gradatarum instructa; sectore radii multo ultra divisionem cubiti orto; nulla linea plicata distincta.

Ala anterior area costali aliquot venulis gradatis citra et prope stigma; area apicali duplici serie venularum gradatarum instructa.

Ala posterior area apicali una serie venularum gradatarum; axilla ♂ pilula instructa.

El tipo es la especie siguiente.

49. **Cocius angustatus** sp. nov. (fig. 6).

Caput (fig. 6) ferrugineum, facie fusco-nigra, macula fulva ante antenas, labro fulvo; vertice et occipite duabus striis longitudinalibus subcontiguas, alia transversa utrimque, fuscis; oculis fuscis, globosis; palpis subtotis fusco-nigis, nitidis, ultimo articulo labialium inflato, acuto; antennis ferrugineis, clava mediocri.

Thorax fuscus, superne linea media longitudinali fulva. Prothorax (fig. 6) antrorsum leviter angustatus, ad sulcum transversum fortiter constrictus; inferne fulvus; macula laterali in prozona superne fulva.

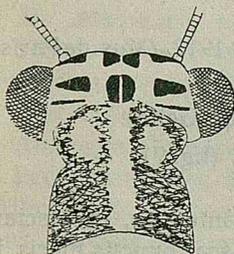


Fig. 6.  
*Cocius angustatus* ♂ Nav.  
Cabeza y pronoto.  
(Mus. de Parfs).

Abdomen subtotum fuscum, linea media longitudinali fulvo-fusca; cercis ♂ brevibus, parum prominentibus, subcylindricis, fusco nigris, fusco pilosis; lamina subgenitali apicem abdominis haud excedente, fusco-nigra, fusco pilosa.

Pedes fuscis, nigro setosi; coxis et basi femorum, tibiis posticis et tarsis superne fulvis; calcaribus testaceis, subrectis, primum tarsorum articulum haud excedentibus.

Alæ hyalinæ, irideæ; reticulatione regulari; areolis discalibus plerisque rectangularibus; reticulatione fulvo pallida; venis fusco striatis; pilis fuscis; stigmatem pallido, vix sensibili.

Ala anterior area costali fere 4 venulis gradatis citra stigma, radiali fere 11 venulis internis; sectore radii 10 ramis; ramo accessorio cubiti distincto; ad medium et ultra duplici serie areolarum inter ipsum et ramum anteriorem.

Ala posterior fere 5 venulis radialibus internis; sectore radii 12 ramis; area post cubitali simplice, angusta; pilula axillari ♂ subglobosa, ferruginea, anguste pedunculata.

Long. corp. ♂ 20—24 mm.  
 — al. ant. 27—30 »  
 — — post. 25—28 »

Patria. Congo francés: Ogooué, N' Gomo, R. Ellenberger, 1913 (Mus. de París).

50. **Myrmecaelurus trigammus** Pall.

«Algérie, S. Colomb Béchar, P. Germain 1912» (Mus. de París).

51. **Myrmecaelurus trigammus** Pall. var. **languida** Nav.

Con el anterior.

52. **Myrmecaelurus Lachlani** Nav.

Túnez: Gafsa, A. Wein, 1920 (Mus. de París).

53. **Myrmecaelurus atomarius** Ramb.

Alto Senegal: Niafunké, F. de Zetner, 1909.—Niger, Faber Giraud, 1914 (Mus de París).

54. **Nohoveus Surcoufi** Nav.

«Algérie, S. Colomb-Béchar, P. Germain, 1912» (Mus. de París).

55. **Memoleon notatus** Ramb.

Túnez: Donimis, 29 de Junio de 1912 (Col. Gelin).

56. **Neuroleon Waterloti** sp. nov. (fig. 7).

Fulvus.

Caput macula grandi in fronte inter antenas, in fasciam transversan ante antenas et in vertice, fusca; punctis nigris in vertice et occipite in lineas transversas dispositis; oculis fuscis; palpis pallidis sive albidis; antennis fuscis, fulvo annulatis.

Prothorax (fig. 7, a) latior quam longior, inferne fulvus, superne stria media longitudinali in duas longitudinaliter divisa,

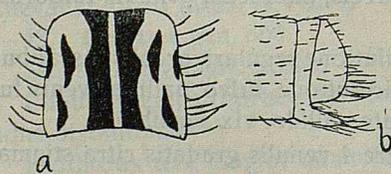


Fig. 7.  
*Neuroleon Waterloti* ♂ Nav.  
 a. Protórax. b. Extremo del abdomen  
 (Mus de París).

alia inter ipsam et marginem lateralem interrupta, fuscis; pilis lateralibus albis, arcuatis. Meso-et metathorax inferne abunde fuscis, superne tribus lineis longitudinalibus fuscis, media similiter in duas longitudinaliter divisa.

Abdomen inferne fascia media longitudinali, superne stria media longitudinali angustiore, ultimis tergitis subtotus fuscis; pilis fulvis, brevibus; lamina subgenitali ♂ conspicua, fusca, pilis fuscis (fig. 7, b.).

Alæ hyalinæ, irideæ, acutæ; area apicali sine ullis venulis gradatis; stigmatate inconspicuo; reticulatione fulva, fusco abunde varia; axillis furcularum marginalium et venulis gradatis externis anguste fusco limbatis.

Ala anterior multis venulis in medio posteriore seu pone procubitum et quinto externo fuscis et anguste fusco limbatis; sectore radii 7 ramis.

Ala posterior angustior, pallidior longiorque; una venula radiali interna; sectore radii 7 ramis; area cubitali externa ad medium biareolata.

|               |      |     |
|---------------|------|-----|
| Long. corp. ♂ | 20   | mm. |
| — al. ant.    | 19   | »   |
| — — post.     | 19'5 | »   |

Patria. Dahomey, Waterlot, 1912 (Mus. de Paris).

57. **Suca** gen. nov.

Similis *Neuroleoni* Nav.

Caput antennis insertione proximis, clava manifesta.

Prothorax haud elongatus.

Abdomen alis brevius.

Pedes mediocres, tibiis anterioribus brevioribus femure; calcaribus rectis, fere primum tarsorum articulum longum æquantibus; articulis intermediis brevibus, ultimo longo, sed haud longiore primo.

Alæ acutæ, lanceolatæ; area apicali paucis vel nullis venulis gradatis; costali simplice, venulis simplicibus.

Ala anterior area radiali pluribus venulis radialibus internis; linea plicata anteriore et posteriore indicata.

Ala posterior una venula radiali interna; lineis plicatis haud sensibilibus.

Tomo por tipo la especie siguiente.

58. **Suca delicata** sp. nov. (fig. 8).

Caput macula grandi fusco-nigra inter et pone antennis, ante antennis in lineam lateralem obliquam extenta; vertice et occipite fulvis, abunde fusco maculatis; facie flava; oculis fuscis; palpis flavidis, ultimo articulo maxillarum fusco, ultimo labiali-

um fusiformi, gracili, externe fusco; antennis thorace longioribus, fuscis, fulvo annulatis.

Thorax fuscus. Prothorax (fig. 8, a) antrorsum angustatus, ad sulcum constrictus; paulo latior postice quam longior; inferne fulvus, superne fuscus, linea media longitudinali et alia laterali, margine anteriore et puncto laterali ante sulcum, fulvis. Mesonotum margine posteriore fulvo. Pili pallidi.

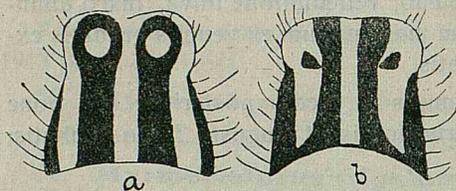


Fig. 8.  
Protórax de *Suca*—*a. delicata* Nav.  
*b. satura* Nav.  
(Mus. de Paris).

Abdomen fuscum, griseo sparse pilosum. Pedes fulvo-flavi, fusco punctati, pilosi et setosi; femoribus anterioribus superne subtotidis, posterioribus superne medio fuscis; calcaribus subrectis, testaceis, fere primum tarsorum articulum æquantibus aut superantibus.

Alæ hyalinæ, irideæ, acutæ; stigmatibus insensibilibus; venis fulvo-pallidis, fusco punctatis breviterque striatis; venulis plerumque fulvo-pallidis.

Ala anterior area apicali una vel altera vel nulla venula gradata, radiales fere 7 venulis internis; sectore radii 10-11 ramis.

Ala posterior margine externo leviter concavo; area apicali nullis venulis gradatis; sectore radii 10 ramis.

|             |        |
|-------------|--------|
| Long. corp. | 29 mm. |
| — al. ant.  | 28 »   |
| — — post.   | 26 »   |

Patria. «Colonie du Cap: Steynsburg, R. Ellenberger, X-XII, 1915» (Mus. de Paris).

59. ***Suca satura*** sp. nov. (fig. 8).

Caput fuscum, antice flavidum; vertice punctis sive tuberculis in lineas transversas nigris; oculis fuscis; palpis flavidis.

Thorax fuscus, albido et fusco pilosus. Prothorax (fig. 8 b) fulvus, superne bina linea longitudinali media, alia laterali ad sulcum obsoleta et puncto laterali ante sulcum, fuscis. Mesonotum margine postico fulvo.

Abdomen fuscum, griseo pilosum.

Pedes fulvi, fusco pilosi et setosi, calcaribus fusco-nigris subrectis, leviter arcuatis, primum tarsorum articulum fere superantibus; unguibus fusco-nigris.

Alæ hyalinæ, irideæ, acutæ; stigmatate fulvescente, vix sensibili, area costali simplice, venulis simplicibus; reticulatione fulva, venis fusco punctatis.

Ala anterior margine externo leviter concavo; linea plicata anteriore et posteriore distincta; area radiali 7 venulis internis; sectore radii 12 ramis; area apicali paucis venulis gradatis.

Ala posterior area apicali nullis venulis gradatis; sectore radii 11 ramis.

Long. corp. 30 mm.

— al. ant. 31'5 »

— — post. 29 »

Patria. «Afrique orient. angl. riv. Tsavo, Dr. Gromier, Janvier 1912» (Mus. de Paris).

60. **Nelees longipes** Nav.

«Mauritanie: Trarza Mederdra, Juillet-Août, G. Mère, 1908» (Mus. de Paris). El tipo es de Argelia.

61. **Nelees Serrandi** sp. nov.

Fuscus.

Caput facie antice fulva; vertice duabus lineis transversis ex punctis nigris; oculis fuscis; palpis fulvis, ultimo articulo labialium, fusiformi, ad medium fusco; antennis longis, thorace longioribus, fuscis, fulvo annulatis, clava inferne subtota fulva.

Prothorax vix latior quam longior, superne vage fulvo varius. Mesonotum partim nigrescente, partim fulvescente pictum. Metanotum puncto laterali fusco-nigro. Pili albidus fuscique.

Abdomen fuscum, griseo pilosum, aliquot tergitis, 3, 6, 7 macula media fulva.

Pedes flavidi, longiter albo pilosi et fusco setosi; fusco punctati; femoribus anterioribus externe fuscis; apice tibiæ et articulorum tarsorum nigro; calcaribus ferrugineis, duos primos tarsorum articulos æquantibus aut superantibus.

Alæ hyalinæ, acutæ, reticulatione fusco et fulvo-albo varia; linea plicata nulla.

Ala anterior stigmatate interne puncto fusco limitato; area apicali venulis gradatis fuscis; area radiali 7 venulis internis; sectore radii 11 ramis; aliquot venulis in quinto apicali striam obli-

cuam irregularem fuscam formantibus; fuscis fuscoque anguste limbatis; stria fusca distinctiore ad anastomosin rami obliqui cubiti; aliquot venulis marginalibus posterioribus seu postcubitalibus ad marginem fusco limbatis.

Ala posteriori nullis venulis limbatis, stigmate insensibili; area apicali una vel altera venula gradata; sectore radii 10 ramis.

Long. al. ant. 29 mm.

— — post. 28 »

«Patria. «Afrique. Ile de Los, Tamara, J. Serrand, Janvier, 1914» (Mus. de Paris).

62. **Nelees Weissi** sp. nov. (fig. 9).

Flavus.

Caput macula grandi in fronte, in fasciam transversam ante antennas et in vertice extensa, fusca; punctis fuscis in occipite; oculis in sicco fuscis; palporum labialium articulo ultimo externe fusco notato; antennis ferrugineis, pallido annulatis, primo articulo flavo.

Thorax inferne striis longitudinalibus, lateralibus, superne (fig. 9) tribus striis longitudinalibus, lateralibus incompletis.

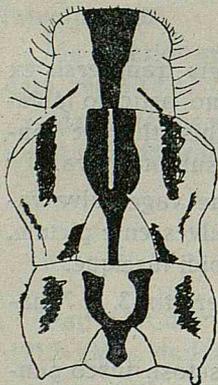


Fig. 9.  
*Nelees Weissi* Nav.  
Tórax. Parte superior.  
(Mus. de Paris)

Pronotum latius quam longius, stria fusca media longitudinali antrorsum dilatata, alia laterali obliqua in metazona brevi angustaque; pilis lateralibus longis, anterioribus brevibus, albis.

Abdomen inferne subfuscum, superne ferrugineum (apex deest).

Pedes flavo pilosi, nigro setosi; apice tiliarum et articulorum tarsorum nigro; calcaribus testaceis, leviter arcuatis, duos primos tarsorum articulos æquantibus.

Alæ hyalinæ, irideæ, acutæ; sine linea plicata; area apicali serie venularum gradatarum instructa; reticulatione flava, fusco breviter striata; stigmate flavido, in ala posteriore minus sensibili.

Ala anterior 7 venulis radialibus internis; sectore radii 7-8 ramis; area cubitali interna angusta, simplice; externa fere quadriareolata, sine ramo accessorio.

Long. al. ant. 24 mm.

— — post. 23'3 »

Patria. Túnez. A. Weiss, 1909 (Mus. de Paris).

63. **Formicaleo annulatus** Klug.

Marruecos: Safi, Agosto de 1918, Dr. Lucas (Col. Gelin).

64. **Formicaleo lambareus** sp. nov. (fig. 10).

Caput fulvo-ferrugineum, fascia tranversa ante antennis, ad latera latiore, alia pone antennis, duabus in vertice ex punctis formatis, et punctis in occipite, fuscis; oculis in sicco cinereis; palpis fulvis, articulo ultimo labialium fusiformi, fusco; antennis thorace longioribus, insertione distantibus, clava parum dilatata, fuscis, fulvo-ferrugineo annulatis.

Thorax ferrugineo-fuscus, fusco pilosus. Prothorax latior quam longior, superne fuscus, stria media longitudinali, alia laterali pone sulcum et angulis anticis fulvo-ferrugineis. Mesonotum 4 punctis fusco-nigris in lineam transversam dispositis iusignitum. Metanotum punctis fuscis notatum.

Abdomen fuscum, griseo breviter pilosum, pilis apicalibus fuscis, longioribus.

Pedes fulvo-albidi, albido pilosi, nigro setosi; apice femorum, tibiaram et articulorum tarsorum nigro; tibiis superne ad basim et medio nigro maculatis; calcaribus testaceis, tres primos tarsorum articulos æquantibus aut superantibus.

Alæ hyalinæ, irideæ, acutæ; margine externo convexo, vix sub apicem concavo; angustæ, sensim a basi usque ad regionem stigmaticam dilatatæ; stigmatate pallido, vix sensibili; linea plicata nulla; reticulatione subtoto fusco-pallida, pilis fuscis; area apicali serie venularum gradatarum instructa.

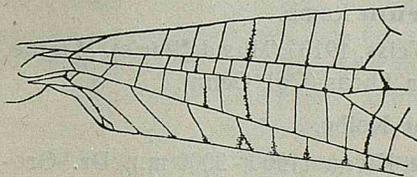


Fig. 10.

*Formicaleo lambareus* Nav.

Base del ala anterior.

(Mus. de Paris).

Ala anterior (fig. 10) area radiali 7 venulis internis; sectore radii 11 ramis. Multæ venulæ in medio posteriore et tertio apicali fusco-pallido limbatae, strias transversas vix efficientes. Area cubitalis interna angusta, longa (fig. 10), 10—12 venulis citra divisionem cubiti. Area postcubitalis simplex, angusta.

Area cubitalis interna angusta, longa (fig. 10), 10—12 venulis citra divisionem cubiti. Area postcubitalis simplex, angusta.

Ala posterior nullis venulis limbatis; sectore radii 11 ramis.

|                |     |     |
|----------------|-----|-----|
| Long. al. ant. | 37  | mm. |
| — — post.      | 36  | »   |
| Lat. — ant.    | 8.5 | »   |
| — — post.      | 9   | »   |

Patria. Congo francés: Ogooué, Lambaréné, R. Ellenberger, 1912 (Mus. de París).

65. **Cymothales mirabilis** Gerst.

Congo francés: Ogooué, Lambaréné, R. Ellenberger, 1911 (Mus. de París).

66. **Cymothales liberiensis** Weele.

Congo francés: Ogooué, Lambaréné, R. Ellenberger, 1911 (Mus. de París).

67. **Cymothales Bouvieri** Weele.

Grande Comore (Legros. Levassor), E. Boulet, 1912 (Mus. de París). Conocido sólo de Madagascar. El tipo es ♀. Este ejemplar ♂ mide: long. del cuerpo, 28 mm.; ala anterior, 36 mm.; ala posterior, 43 mm.

68. **Obus Elizabethæ** Banks.

Colonia del Cabo: Steynsburg, R. Ellenberger, 1915 (Mus. de París).

69. **Creoleon africanus** Ramb.

Marruecos: Ber Rechid, L. Gentil, 1910 (Mus. de París).

70. **Creoleon V-nigrum** Ramb.

«Tunisie: Ile Djerba, A. Weiss, 1913» (Mus. de París). Marruecos: Safi, Agosto de 1918, Dr. Lucas (Col. Gelin).

71. **Creoleon nubifer** Kolbe.

Congo belga: «volcans de Kivou (1500 - 3000 m.), Dr. Gromier, 1911» (Mus. de París).

72. **Creoleon irroratus** Klug.

«Tunisie, Ile Djerba, A. Weiss, 1910. Mauritanie: Boulanouar, puits près la baie du Levrier, 30 kil. R. Chudeau, 1911» (Mus. de París).

73. **Creoleon nigritarsis** sp. nov. (fig. 11).

Similis *plagato* Nav. Obscurior.

Caput facie fulva, macula circum antennas nigra; vertice testaceo, fascia transversa nigra; occipite (fig. 11) subtoto nigro, striolis testaceis; oculis in sicco cinereis; palpis fulvis, articulis ad medium late nigris, ultimo articulo labialium subtoto nigro, apice fulvo; antennis fuscis, cinereo-fulvo annulatis.

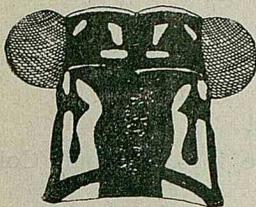


Fig. 11.  
*Creoleon nigriarsis* Nav.  
Cabeza y pronoto.  
(Mus. de Paris).

Thorax inferne testaceus, nigro striatus, albo pilosus; superne niger, testaceo modice varius. Pronotum (fig. 11) latius quam longius, fascia media longitudinali lata, marginali angustiore, stria inter utramque, nigris; reliquo testaceum. Mesonotum striolis punctisve testaceis. Metanotum subtotum nigrum.

Abdomen fuscum, albido breviter pilosum.

Pedes fortes, albo dense pilosi; nigro setosi; femoribus nigris; tibiis I et II subtotis nigris, posticis inferne nigris, superne fulvis, nigro maculatis; calcaribus fusco-nigris, leviter arcuatis, tres primos tarsorum articulos æquantibus; tarsis nigris, basi ultimi articuli in primo, apice in omnibus, fulvis.

Alæ hyalinæ, apice acutæ, margine externo manifeste conca-vo; stigmatе roseo pallido; area apicali serie venularum gradatarum dotata; reticulatione nigra, albido modice varia, venis plerisque albido breviter striatis.

Ala anterior stigmatе interne nigro limitato; reticulatione per plagas albida, præcipue in area radiali intra et ultra ortum sectoris radii et in cubitali intra furcam; cubito manifeste punctato, insertione venularum hinc inde fusco limbatarum; stria anteapicali obliqua nigra, irregulari, alia ad anastomosim rami obliqui cubiti angustiore, fusco-nigra; axillis furcularum marginalium plerumque fusco limbatis; fere 7 venulis radialibus internis; una vel altera areola citra sectoris ortum divisa; sectore radii 12 ramis; linea plicata anteriore distincta.

Ala posterior nullis venulis limbatis nisi puncto ad rhexima et ad axillas furcularum marginalium angustissime; parum albo plagata nisi in area radiali; sectore radii 13 ramis.

|               |    |     |
|---------------|----|-----|
| Long. corp. ♀ | 28 | mm. |
| — al. ant.    | 31 | »   |
| — — post.     | 30 | »   |

Patria. Bechuanaland: Gaberones, R. Ellenberger, Febrero de 1915» (Mus. de París).

Familia CRISÓPIDOS

74. **Chrysopa nymphulina** Nav.

Argelia: Djebel Miloch, 16 de Junio de 1818. Surcouf (Col. m.). El tipo es de Egipto.

75. **Chrysopa pilosella** Nav.

Argelia: Djebel Miloch, íd. El tipo es de Túnez.

Familia HEMERÓBIDOS

76. **Hemerobius fulvus** Nav.

Argelia: Djebel Miloch, El Golea, 16 de Julio de 1918, Surcouf.

