

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

PUBLICACION TECNICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DIRECTOR

D. MANUEL MALUQUER Y SALVADOR

COLABORADORES

LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

SE PUBLICA LOS JUEVES

Dirección y Administración: Plaza de Oriente, 6, primero derecha.

El problema de las tarifas para la energía eléctrica.

Se sabe que los métodos de tarificación de la energía eléctrica son numerosos y que además un gran número de autores, especialmente en el extranjero, se esfuerzan en querer dar valor á nuevos métodos que, según ellos, son susceptibles de proporcionar gran número de ventajas, bien sea de un modo general, bien en tal ó cual caso particular.

La mayoría de estos métodos son ya bastante conocidos, y lo que más llama la atención en ellos son las divergencias de apreciación entre los diferentes autores. Estas divergencias pueden ciertamente explicarse en parte, teniendo en cuenta que un mismo método de tarificación no puede ni adaptarse á todas las Compañías de distribución, sea cual fuere el sistema de producción de energía y las cargas que sobre ellas pesan, ni satisfacer las exigencias, á veces tan poco conciliables, de la numerosa y variada clientela de la industria eléctrica.

En efecto, si se mira el problema en toda su extensión, se comprueba que teóricamente «cada sistema de distribución, aun cada época del año, exigen un procedimiento de valoración que les sea apropiado», como así lo expone M. H. Duculot en un estudio muy bien documentado, y del cual nos ocuparemos más adelante (1).

Según MM. Siegel (2) y Lucien George (3), el precio de fábrica de la energía eléctrica se compone de tres partes precisamente distintas:

1.º De los gastos generales constantes, es decir, de los gastos de administración, de contabilidad, de los valores en caja, de inspección, etc.

2.º De los gastos proporcionales de la potencia instalada en casa de cada cliente, es decir, de los que corresponden á la instalación de la parte de fábrica virtualmente afectada al servicio de este cliente, del aumento de las acometidas y empalmes, de los transformadores, etc.

3.º De los gastos que dependen directamente del consumo, es decir, los gastos de combustible, de engrases, los salarios del personal de la fábrica, etc.

Por otra parte, los gastos de primera instalación dependen:

1.º De la importancia de la demanda, es decir, de la magnitud y del número de aparatos utilizables.

2.º De la importancia de los pedidos simultáneos de energía.

3.º De la naturaleza del pedido, es decir, de la de los aparatos utilizables.

Por consecuencia, se ve que una central hidroeléctrica, cuyos gastos de producción son relativamente pequeños, debe tener interés en dar á sus abonados todas las condiciones más ventajosas posibles, con el fin de conseguir mayor consumo y obtener así una mejor distribución de sus gastos generales y mejor utilización de su material.

Por el contrario, una central térmica que está obligada á pagar muy caro el combustible y gravada con pesadas cargas, procurará que cada kilovatio-hora vendido esté lo suficientemente remunerado y sólo podrá hacer rebajas en las tarifas cuando el consumo sea relativamente elevado y con preferencia en las horas poco recargadas.

Igualmente se impone, en general, la aplicación de tarifas distintas para el alumbrado y para fuerza.

En efecto, el pedido de luz, que es casi nulo durante el día, alcanza el máximo desde que empieza la noche y se mantiene durante unas cuantas horas, número variable según la estación. Por el contrario, el pedido de fuerza, especialmente para las grandes industrias, es perceptiblemente más constante. Por otra parte, los motores pueden soportar unas diferencias de tensión que en los filamentos de las lámparas producirían variaciones de alumbrado inadmisibles.

Resulta, pues, perfectamente justo aplicar tarifa distinta para la luz y para la fuerza motriz. A nuestro parecer, para facilitar y extender el empleo de aparatos de calefacción, sería muy conveniente conceder ventajas especiales, entre ellas, la de la doble tarifa.

El empleo de una tarifa única que dependa solamente de la duración del consumo, no parece pueda dar resultados ventajosos más que en casos muy particulares y si se limita la aplicación á los consumidores en gran escala.

Igualmente es preciso no caer en el exceso contrario, es decir, bien sea multiplicando el número de métodos de tarificación, bien sea adoptando tarifas individuales demasiado complejas, porque es evidente que en esta forma se conseguiría rápidamente una enorme complicación en las operaciones de contabilidad y de caja, y especialmente, sistemas absolutamente incomprensibles para gran parte de los consumidores.

(1) Boletín de la Asociación de Ingenieros del Instituto Electrotécnico Montefiore, tomo XII, 3.ª serie, 1912, núm. 12.

(2) G. Siegel, Precio de fábrica y precio de venta de la energía eléctrica, traducido al francés por R. Ellissen y S. Allain-Launay.

(3) Armagnat, Congreso de Marsella, 1908.—Lucien George, Tarificación.

Un método gráfico, expuesto por M. L. Choulet (1), permite reconocer, en cada caso particular, la tarifa que debe aplicarse para obtener un beneficio determinado. Se puede de este modo obtener una tarifa media, y en último caso, reconocer si la aplicación de tal ó cual tarifa es ó no ventajosa para la Compañía de distribución.

Si se designa con la letra u la duración de utilización, es decir, el cociente del número total de kilovatios-horas, K , consumidas anualmente, por la potencia útil de la instalación, representada por P , se obtiene:

$$u = \frac{K}{P}$$

Hemos visto que los gastos de producción se componen de dos partes: una, por los gastos que dependen únicamente de la potencia máxima consumida instantáneamente, independientes de la duración de la utilización; otra, por los gastos directamente proporcionales al número de kilovatios-horas proporcionados.

Si se representa entonces por S los gastos anuales de la primera categoría y por W la potencia máxima consumida instantáneamente, el cociente

$$s = \frac{S}{W}$$

dará la fracción de estos gastos, correspondiente á un kilovatio de potencia transportado á casa del consumidor.

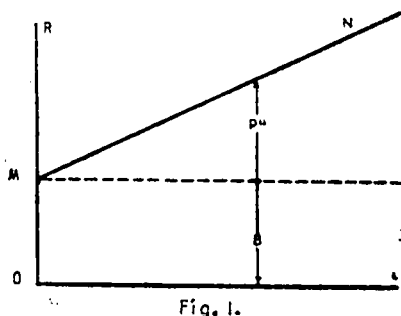
Si por otro lado designamos con p los gastos de producción, propiamente dichos, del kilovatio-hora transportado al domicilio del consumidor, es decir, los gastos correspondientes á la segunda categoría, el precio de fábrica de cada kilovatio proporcionado á un abonado que tenga una duración de utilización de u horas, será:

$$s + pu$$

En fin, si se representa por b el beneficio anual que debe corresponder á este precio de fábrica, el precio de venta deberá ser:

$$\begin{aligned} R &= s + b + pu \\ &= B + pu \end{aligned}$$

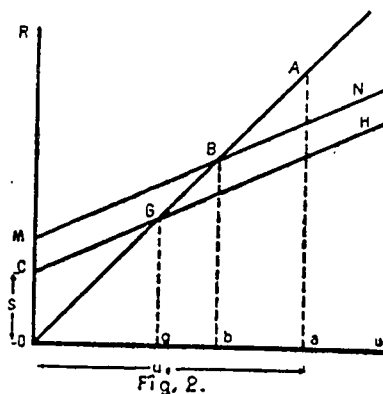
expresión que se puede representar por la recta de la figura 1.^a, dado que s , b y p son constantes que dependen, exclusivamente, de las condiciones de funcionamiento de la central.



Este método de calcular el precio de venta, puede aplicarse á los consumidores en grande y á los revendedores, pero se ve que para los pequeños consumidores, la parte fija B sería demasiado importante con relación á la parte variable pu .

Además, es fácil de ver entre qué límites puede aplicarse una tarifa determinada.

Refiriéndonos con este objeto á la recta MN de la figura 2.^a, tracemos además en ésta la recta OA cuyo coeficiente angular será igual á K , precio de venta constante del kilovatio-hora. Para



una duración de utilización $u_1 = Oa$, el ingreso por año y por kilovatio proporcionado, será:

$$Aa = K \times Oa = Ku_1$$

Si trazamos, por último, á partir del punto C , del mismo modo que $s = OC$, una paralela CH á MN , esta última recta representará el precio de fábrica anual del kilovatio, es decir, $s + pu$. Se ve en consecuencia que, mientras que la duración de utilización del abonado es inferior á Og , los ingresos son inferiores á los gastos.

Cuando la duración de utilización está comprendida entre Og y Ob , el beneficio neto aumenta de O hasta $b = B - s$. Solamente con la duración de utilización Ob , es cuando los ingresos pueden obtener exactamente el beneficio bruto teórico B . En las duraciones de utilización superiores á Ob , los beneficios de explotación aumentan rápidamente; en una duración de utilización determinada, se impone una rebaja en la tarifa.

Se ve, pues, que para obtener una explotación suficientemente remuneradora, sin alcanzar tarifas prohibitivas para los abonados de gran consumo, debe aplicarse á cada categoría de consumidores un precio por kilovatio-hora que dependa de la duración de utilización media probable de esta categoría.

En efecto, el precio medio de venta del kilovatio-hora debe ser:

$$r = \frac{R}{u} = \frac{B + pu}{u} = \frac{B}{u} + p$$

Esta última ecuación es la de una hipérbola equilátera cuyas asíntotas son, por un lado, el eje de los ingresos r , por otro la paralela EF al eje de las duraciones de utilización y cuya distancia á este eje es $OE = p$. Esta curva está representada en la figura 3.^a

Se ve que el precio de venta del kilovatio hora parte del infinito para $u = 0$ y que tiende hacia p para $u = \infty$.

Por otra parte se observa, también, que en la parte de curva situada encima de la bisectriz ES del ángulo REF , el término $\frac{B}{u}$ y como consecuencia r , para un aumento dado de u , decrecen más rápidamente que en la otra parte de la curva. Es, pues, para el consumidor, la primera parte de esta curva la más ventajosa.

En el caso que se trate de una central cuyos gastos de primera instalación sean relativamente grandes, siendo los de producción, por el contrario, casi nulos (por ejemplo, una central

(1) "Método de venta de la energía eléctrica"; estudio de una tarificación racional, *L'Industrie Electrique*, números 460, 461, 462, de Febrero y Marzo de 1911.

hidráulica), la fórmula anterior se convertirá en $r = \frac{B}{u}$ y estará representada por una hipérbola equilátera, cuya asíntota horizontal será esta vez el eje mismo Ou . En este caso se podrá establecer una tarifa á precio alzado, basado únicamente en la duración de utilización probable.

• •

El método que acabamos de exponer, da indicaciones muy útiles para la determinación de la tarifa más apropiada para las condiciones de funcionamiento de las centrales y para la naturaleza de los consumos que hay que servir.

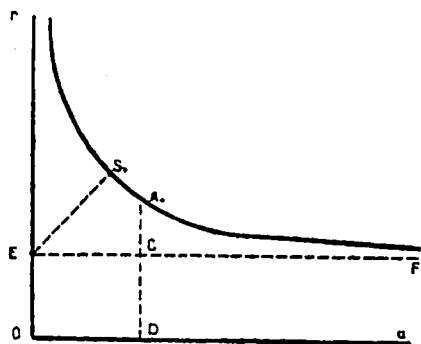


Fig. 3.

Examinaremos ahora someramente (con M. Duculot), los diferentes métodos de tarificación usuales, procurando indicar brevemente los casos en que cada uno de ellos debe ser aplicado.

Estos métodos pueden clasificarse en tres categorías principales:

- 1.^a La tarifa á precio alzado, en que no se tiene cuenta de la energía consumida.
- 2.^a La tarifa á precio fijo, en la que sólo se tiene en cuenta parte de la energía consumida.
- 3.^a La tarifa por medio de contador, que únicamente tiene en cuenta la energía consumida.

Además, en cada una de estas categorías hay que diferenciar el caso en que el precio del kilovatio-hora es invariable, del que este mismo precio lleva consigo una escala de reducción.

Tarifa á precio alzado.—Como ya hemos visto, está tarifa está únicamente basada en la duración probable de utilización y solamente es ventajosa para la explotación cuando son muy pequeños los gastos de producción.

Las ventajas de esta tarifa son las siguientes:

- 1.^a Gracias á ella, tanto el explotador como el consumidor, pueden calcular con antelación, el uno los ingresos, el otro los gastos. Esta última consideración es especialmente ventajosa para aquellos que, disponiendo de un presupuesto modesto, hacen poco gasto, y así saben por anticipado el precio á que les resulta la luz.

- 2.^a Con esta tarifa se pueden simplificar considerablemente las operaciones de contabilidad y de caja, que en una Compañía con gran servicio de abonados con pequeño consumo individual, representa una gran parte de los gastos generales.

Por el contrario, este método puede dar lugar á que el consumidor abuse del gasto de energía, utilizándola en las horas que no necesita luz, para alimentar, bien sea pequeños motores (ventiladores, máquinas de coser), ó bien pequeños aparatos de calefacción ó de cocina (planchas, escalfadores, cafeteras, etc.).

Ahora bien, con esta tarifa se puede contribuir indirectamente á extender el empleo de esos aparatos, y en vista de ello, algunas Compañías del extranjero alquilan estos aparatos á sus abonados.

Esta tarifa no debe ser aplicada más que á los abonados que, aunque constante, hacen poco consumo.

Con objeto de impedir que el abonado haga más consumo que el previsto en el contrato, generalmente se instala en su casa un aparato limitador de intensidad.

A veces también, con objeto de que el abonado pueda momentáneamente hacer mayor consumo del previsto en el contrato (abonando, naturalmente, la diferencia), se completa el limitador de intensidad, en forma que permita á un empleado de la Compañía, ya prevenido, poner el aparato en cortacircuito.

También se emplea un aparato térmico, con el cual el abonado puede por sí mismo efectuar la operación, cesando automáticamente el cortacircuito al cabo de un tiempo determinado.

Se emplean igualmente los contadores de rebasamiento, que únicamente marcan el exceso de consumo que debe pagar el abonado como gasto suplementario.

Todos estos aparatos son muy ingeniosos, pero no perfectos; siempre llevan consigo algunas complicaciones.

La tarifa á precio alzado obliga generalmente á emplear una escala de reducción que depende, bien de la naturaleza de los aparatos usados, bien de la importancia del consumo previsto, ó bien á veces de la época del año.

Las razones precedentes nos explican la causa de que esta tarifa sea empleada principalmente por las centrales hidroeléctricas y por las grandes centrales intercomunales, las primeras porque los gastos variables de producción son pequeños, y las segundas porque la clientela se compone casi exclusivamente, en lo que respecta á la potencia motriz, de consumidores industriales, y respecto al alumbrado de poblaciones obreras ó rurales, representadas por abonados que hacen poco consumo.

Por el contrario, en las grandes poblaciones, donde las instalaciones de alumbrado exigen un número medio de lámparas mucho mayor y, por consiguiente, un consumo esencialmente variable, es preferible, tanto para el abonado como para el explotador, la tarifa por medio de contador.

Tarifa á precio fijo.—Esta tarifa exige, por una parte, una cuota fija generalmente proporcional á la potencia instalada, y por otra una cuota proporcional á la energía consumida. Este sistema tiene en cuenta á la vez los gastos fijos por kilovatio y los gastos variables por kilovatio-hora proporcionado, es decir, los gastos reales de producción descompuestos en la forma que antes hemos indicado. Este sistema, á primera vista, parece el más lógico, pero el abonado se encuentra casi obligado á reducir la importancia de su instalación, lo que destruye en gran parte las ventajas de este procedimiento.

Esta es sin duda la razón de que esta tarifa, antes muy empleada, haya sido casi por completo suprimida en aquellas grandes poblaciones que la adoptaron al principio (París, Berlín, Hamburgo, etc.).

Sin embargo, subsiste todavía un poco modificada, bajo la forma de cuota mínima, sea cual fuere la energía realmente consumida; pero esta cuota debe ser lo suficientemente reducida para no privar de luz á los abonados que hacen poco consumo. Parece que este sistema no ha encontrado buena acogida por parte de los consumidores en general.

De todos modos, en las redes interurbanas hay á veces interés en aplicar este método para extender el empleo de máquinas agrícolas que funcionan por electricidad. Se sabe que en muchas regiones agrícolas se ha recurrido á trilladoras mecánicas, accionadas por una locomóvil de vapor. Un contratista compra las máquinas y las alquila á los agricultores. Ahora bien, la locomóvil de vapor puede fácilmente reemplazarse para esta aplicación por un motor eléctrico, que facilita la conducción y el

transporte; además, resultando menos costoso el empleo de un motor eléctrico que el de la locomóvil de vapor, haría que los arrendatarios en pequeño, que no pueden recurrir al empleo de este último, hiciesen voluntariamente uso de aquél.

Luego no cabe duda que para facilitar el empleo de esta nueva aplicación de la energía eléctrica, es necesario que la corriente se venda á un precio conveniente. Además, para que el explotador pueda establecer una tarifa ventajosa, es indispensable que tenga asegurado un mínimo de ingresos. Por consiguiente, en este caso, lo más indicado es la tarifa con el mínimo de garantía.

Con este objeto, M. Henmann (1), indica la tarifa siguiente:

Para una garantía anual de 375 francos, 20 céntimos por kilovatio-hora.

Para una garantía anual de 500 francos, 18,75 céntimos por kilovatio-hora.

Para una garantía anual de 625 francos, 16,25 céntimos por kilovatio-hora.

Para una garantía anual de 750 francos, 15 céntimos por kilovatio-hora.

Sería también conveniente modificar la tarifa habitualmente aplicada para los pequeños motores, como indica M. Henmann.

En Alemania, la tarifa generalmente usada para estos motores es de 23,75 á 25 céntimos por kilovatio-hora, cobrando además 2,08 francos al mes, ó sean 25 al año, por alquiler de un contador, hasta el total de una potencia de 3 á 5 caballos. Ahora bien; esta tarifa resulta demasiado cara para los agricultores, puesto que tienen que pagar el alquiler del contador, aun en aquellos meses en que no utilizan el motor, razón por la cual se le deja elegir entre esta tarifa y otra especial destinada para motores agrícolas, que es de una cantidad fija de 62,5 céntimos por mes, ó sea 7,50 francos al año por alquiler de contador, sea cual fuese la potencia del motor. Por el contrario, el precio de la corriente se eleva á 37,5 céntimos por kilovatio-hora.

Un sencillo cálculo demuestra que para un consumo anual de 127 kilovatios-horas, las dos tarifas son equivalentes. Si el consumo es inferior á esta cantidad, resulta más ventajosa la última tarifa; en el caso contrario, presenta más ventaja la primera. Sin embargo, muchos agricultores prefieren la nueva tarifa, aun siendo el consumo mayor de 127 kilovatios-horas, porque encuentran preferible pagar mayor cantidad en los meses que utilizan el motor y hacer menor desembolso en aquellos en que el motor no trabaja. Con esta nueva tarifa se ha conseguido un gran aumento en el empleo de máquinas agrícolas con motor eléctrico.

Tarifa con contador.—La tarifa por medio de contador es la más aplicada en la actualidad. Necesita llevar consigo una escala de reducción, sin la cual su empleo es ilógico, como lo demuestra la figura 3.^a

La escala de reducción puede estar basada:

- 1.º En la naturaleza de los aparatos empleados.
- 2.º En la importancia de la fuerza suministrada.
- 3.º En el valor del consumo absoluto.
- 4.º En la duración de consumo relacionada con la potencia total suministrada.
- 5.º En la duración de utilización, relacionada con el máximo instantáneo.
- 6.º En el instante del consumo, y
- 7.º En el conjunto de algunos de los factores anteriores.

Las escalas de reducción basadas en la importancia de la potencia suministrada, ó en la del consumo absoluto, son completamente ilógicas, dado que la duración de utilización, única im-

portante, lo mismo que el objeto de lo expuesto precedentemente es completamente independiente de ambos factores.

La escala de reducción, basada en la duración de utilización, es evidentemente más lógica; sin embargo, es difícil de valorar esta duración.

Si se toma como base la potencia suministrada, es decir, el cociente del número de kilovatios-horas consumidos por la potencia instalada en el domicilio del abonado, se le obliga á éste á reducir esa potencia, lo que es una desventaja para el explotador. Otro método consiste en basarse sobre el máximo instantáneo, es decir, por ejemplo, á tomar para la duración de utilización, la relación entre el consumo semestral y el máximo registrado durante un cuarto de hora. Este procedimiento tampoco es perfecto, puesto que el máximo registrado puede ser excepcional y dar una duración de utilización muy inferior á la real. Por esta razón en Lieja, donde esta tarifa existe actualmente, se trata de reemplazar en el cálculo de la duración de utilización el máximo de un cuarto de hora por el máximo mensual, que aunque evidentemente resulta más equitativo, incita también al abonado avisado á reducir el máximo de consumo.

Por lo demás, todos estos métodos, aunque aproximándose en teoría, más ó menos, á la solución ideal que da la fórmula

$$r = \frac{B}{u} + p$$

son, á nuestro parecer, mucho más complejos en la práctica, y especialmente de muy difícil comprensión para la mayoría de los abonados.

Las únicas tarifas sencillas son aquellas cuya escala de reducción está basada, bien sea en el instante del consumo (doble tarifa) ó bien en la naturaleza de los aparatos empleados.

En efecto, estas tarifas, al mismo tiempo que tienen en cuenta, en bastante proporción, la duración de utilización (que es función de la naturaleza de los aparatos), son de fácil comprensión para todos los consumidores.

Sin embargo, la actual subdivisión en energía destinada al alumbrado y energía destinada á la fuerza motriz, resulta todavía insuficiente, porque no tiene bastante en cuenta la duración de utilización.

La siguiente clasificación, indicada por M. Duculot, es mucho más lógica:

- 1.º Alumbrado privado.
- 2.º Alumbrado comercial é industrial.
- 3.º Alumbrado de los cafés, teatros, etc.
- 4.º Motores de poca duración de utilización (ascensores, ventiladores, etc.)
- 5.º Motores y aparatos de calefacción de la industria en pequeño (estufas, planchas para la ropa, etc.).
- 6.º Motores de la industria en grande.

Creemos que empleando, además, una doble tarifa, muy reducida durante el día, se desarrollaría en gran escala la calefacción eléctrica privada, la cual redundaría también en beneficio de la Sociedad explotadora.

Para terminar, añadiremos algunas palabras referentes al problema de los medios que deben emplearse con objeto de popularizar el empleo de la electricidad.

Entre éstos, uno de los más eficaces es el de hacer las instalaciones por cuenta de las Compañías de distribución, las cuales

(1) *Elektrotechnische Zeitschrift*, 14 de Noviembre de 1912.

se resarcan de los gastos hechos cobrando á los abonados una cuota mensual fija.

En efecto, está plenamente demostrado que muchas familias con escasos medios de fortuna, aun reconociendo el pequeño gasto producido por las lámparas de filamento metálico, se resisten al empleo de la electricidad, temiendo lo relativamente elevado de los gastos de instalación.

Con las lámparas de filamento metálico modernas y con una tarifa de 50 céntimos por kilovatio-hora se puede reemplazar ventajosamente el petróleo, y aun en la mayoría de los casos el alumbrado por gas, lo mismo en las modestas que en las lujosas habitaciones.

Inspirándose en estas ideas, la Compañía de distribución de Estrasburgo ha emprendido el negocio de hacer por su cuenta las instalaciones, reembolsándose por medio de una cuota mínima de 31,25 céntimos al mes. Hasta ahora los resultados van siendo muy satisfactorios.

Igualmente algunas Compañías alemanas de distribución, en aquellos domicilios cuyo inmueble está unido á la red, instalan en la cocina del mismo una lámpara de incandescencia, medianamente una cuota fija mensual de 31,25 céntimos, pagadera durante un plazo de seis años.

Dado que esta lámpara está en general mucho tiempo encendida, los ingresos correspondientes son de lo más favorable, alcanzando la duración de utilización un valor bastante elevado. Ahora bien, lo expuesto anteriormente, demuestra claramente que no son los mejores clientes aquellos abonados que con una instalación importante la utilizan relativamente poco, sino más bien aquellos en que la duración de utilización es grande. Esto explica los excelentes resultados que ha dado en el extranjero la ejecución á plazos de instalaciones pequeñas en viviendas modestas, cuyos habitantes hacen bastante consumo de energía á condición de que se les facilite los medios.

Por último, insistimos y esperamos que las Compañías de distribución de energía eléctrica se decidirán á imitar el fructuoso ejemplo dado por sus temibles competidoras, las Compañías de gas. Recordaremos que la mayor parte de éstas poseen almacenes de exposición y de demostración, donde dan á sus abonados toda clase de facilidades y de informes necesarios sobre los diferentes aparatos de alumbrado y calefacción por gas. Es triste hacer constar la indiferencia general de las Compañías eléctricas respecto á sus abonados.

H.

Los pantanos y los bosques ⁽¹⁾

Bajo el epígrafe sugestivo de «El desastre hidráulico», copia en su número 760 *Madrid Científico* de *La Vida del Campo*, la cual lo ha copiado á su vez de la *Revista de Montes*, un artículo del ilustrado Ingeniero Sr. Ayerbe en el que se comentan las afirmaciones condensadas meses ha en otro famoso artículo que publicó, aunque sin firma, *El Economista*, glosó *La Época* y reprodujo *Madrid Científico*.

Artículo que, como el último citado, tanto juego dió, parece que habría de ser un estudio detenido y completo del asunto que trata, una filigrana de crítica, una colección, al menos, de hechos exactos; pero resulta que se funda tan sólo en datos equivo-

cados, como demostró, sin que, á mi noticia, lo haya rectificado nadie, D. José Nicolau, en artículo que publicó *El Imparcial* en 1.º de Febrero, el cual, sin duda, ha pasado inadvertido para *Madrid Científico*, pues, de otro modo, lo hubiera copiado, dada su probada neutralidad.

Remitiéndome á tan autorizada réplica, por lo que al asunto general se refiere, he de tratar tan sólo aquí del artículo del señor Ayerbe, cuyo propósito es poner de relieve algunas de las causas que, á su juicio, han contribuido á ese supuesto desastre y entre las cuales señala, en primer término, el pavoroso problema de los aterramientos de los pantanos, que atribuye al estado *hidrológico-forestal* de sus cuencas de recepción.

Sin negar que se trate de un problema á resolver, no hay duda de que se lo exagera considerablemente, y aún más todavía la eficacia de la repoblación forestal para combatirlo. Muéstrase el Sr. Ayerbe escéptico ante los procedimientos de limpia porque ninguno, dice, ha obtenido el premio ofrecido al inventor. En realidad, eso sólo demuestra que no hay ninguno de aplicación tan general que pueda emplearse con igual éxito en todos los casos, y, sobre todo, que no responden á aquel ideal de baratura que hiciera la invención verdaderamente meritoria y recomendable; pero que la limpia es posible, innegable es, puesto que se realiza, y que su eficacia práctica no es tan despreciable, demostrado: queda con la existencia en nuestra patria de pantanos como los de Tibi y de Elche que llevan tres ó cuatro siglos en explotación, con su volumen algo reducido, es cierto, pero prestando todavía servicios inestimables. ¿Parecerá el plazo corto para amortizar el capital de construcción? ¿Podrá en vista de ello considerarse la empresa loca, prematura ni temeraria?

Los procedimientos de limpia, por otra parte, serán más ó menos difíciles y costosos, sus resultados no serán completos: ¿pero es que la repoblación forestal de las cuencas carece de tales defectos? Ciertamente que los suelos arbolados suelen ser más resistentes á la socavación que los desnudos, cuando unos y otros están compuestos de terrenos deleznales y pendientes, lo que no siempre es el caso, mas cuando así ocurre, tampoco es el bosque garantía absoluta de firmeza.

Á millares podrían citarse los ejemplos: en el número de 15 de Marzo cita la *Revue des Eaux et Forêts* el caso del torrente de Clévieux, en la Alta Saboya, cuya ladera derecha se hallaba cubierta de un bosque de abetos rojos, centenarios, lo que no fué obstáculo para que, á consecuencia de las grandes lluvias de 17 y 18 de Mayo de 1902, se produjeran grandes corrimientos del terreno, con las socavaciones y arrastres consiguientes, que han obligado á obras costosas de consolidación, todavía no terminadas, y cuyo éxito queda aun dudoso, haciendo exclamar al articulista:

¿Comment résoudre pratiquement ce difficile problème?

La eficacia, como vemos, deja mucho que desear; pero, ¿y la baratura? Téngase en cuenta que cuando esa repoblación pueda ser necesaria, no debe ser una repoblación pura y simple: el agua no produce erosiones de consideración sino en los cauces. La repoblación deberá, pues, ir acompañada de la corrección de torrentes, y estos trabajos son costosos. Según datos de un informe de Demontzey al Congreso forestal de Viena de 1890, el Estado francés había gastado hasta entonces en trabajos de corrección, selvicultura y complementarios, 25.390.000 francos sobre 60.000 hectáreas, lo que supone un gasto medio de 423 francos (1).

Pero las obras de corrección, que son las más costosas, no se reparten de una manera uniforme: se acumulan en determinados

(1) Copiamos de *Madrid Científico* este interesante y razonado artículo del ilustrado Ingeniero de caminos D. Pedro M. González Quijano, Director de las obras del pantano de Guadalquivir.

(1) Thiery, *Restauration des Montagnes* pág. 14.