

Y no se arguya que lo somos, ineludiblemente; pues si colmamos nuestra capacidad de acción con muestras del oficio o carrera que poseemos, no dejamos lugar para actuaciones derivadas de aquel carácter genérico que, como tales hombres y por modo ineludible, nos competen. La profesión de cada uno marca la zona en que su aportación especial a la sociedad debe ser prestada; pero hay un ámbito más amplio — la sociedad misma — en el que todos tenemos obligaciones análogas. (Cuidado, que no digo iguales). Cabría atribuir las dos clases de deberes así sintetizados a la doble calidad: *individuo* y *persona*, del hombre. No quiero, sin embargo, entrar en ese terreno, para no exponerme a que me tachen de “hacer” filosofía, aunque no nos vendría mal a todos un poco de tal disciplina.

Pues bien; hoy, casi todos nosotros — y en el pronombre incluyo, no sólo a los ingenieros, sino al conjunto de los hombres dedicados a las profesiones liberales, a la industria, a los negocios, etc. — polarizamos nuestra actividad hacia la primera clase de objetivos, descuidando, y aun desdeñando, los del segundo grupo, los específicamente humanos, con exclusión de todo matiz especialista, que son los básicos.

* * *

El sarampión técnico que muchos padecen, y que está degenerando en ciertos casos en septicemia *tecniquísima*, es una prueba más — y más subida y más seria — de esto que digo; del desequilibrio que un concepto puramente materialista de la civilización y de la vida ha producido en la Humanidad. Ello es, en mi sentir, doblemente doloroso en un país como el nuestro que tan altos y nobles anhelos abrigó siempre en todos los niveles de su estructura nacional, que defendió y enalteció a través de los siglos los más puros valores espirituales con tesón y entusiasmo sin par. “A España la está volviendo loca la calefacción central” — cuentan que decía con profunda pena, poco antes de morir, Maurice Barrès, aquel sincero admirador de nuestra tierra, de nuestra Historia y de nuestro arte —. En esa frase ingeniosa hay todo un curso de moral social y ciudadana.

Pero... ya me he despistado.

Si consideramos en conjunto los avances de la técnica, fácil es observar que, en muchísimos casos,

tienen un fundamento empírico, no verdaderamente científico (aceptando el concepto racional y objetivo de ciencia tal como suele entenderse). Aquí encontramos ya una alteración de categorías, un trastrueque del orden verdadero en el que todas las actividades humanas deben estar encuadradas.

Como señalaba D. Pedro M. González Quijano en un cursillo de conferencias profesado hace tres años en la Universidad de verano de Santander: el objeto de la ciencia es conocer el mundo, y el de la técnica dominarlo; la primera implica inteligencia, la segunda voluntad. Pero es difícil dominar lo que no se conoce; y no es preciso advertir el peligro que la voluntad puede significar si no es guiada por la inteligencia. De ambas consideraciones resulta una cierta relación de dependencia que la técnica debiera guardar respecto de la ciencia, y que ha sido conculcada por el pragmatismo al uso.

Así vemos que, en tanto en el terreno especulativo empieza a marcarse una orientación favorable al renuevo de la unidad de la ciencia, resurgiendo la tendencia hacia una síntesis magnífica y muy necesaria de todos los conocimientos que permita su ordenación racional, en la práctica, y en completo divorcio con aquel espíritu, se establece hasta un punto exagerado la división del trabajo, llevando las especialidades técnicas a extremos de atomización verdaderamente absurdos. Y tal vez sea éste un detalle de cierta importancia en el proceso decadente que el mundo experimenta hoy, y que muchos consideran como el fracaso de nuestra espléndida civilización.

El poder de la técnica moderna es extraordinario, y llega a realizaciones que, sin hipérbole, cabe calificar de maravillas. Mi admiración hacia ellas no cede a la de nadie. Temo, sin embargo, que su influencia sobre el bienestar de la Humanidad no sea la que debiera ser por esa misma floración anárquica que ha presidido a su advenimiento, por su falta de sumisión a principios y consideraciones de un orden superior. Se han producido sin respeto a la jerarquía inmutable de los valores, sin tener elaborada esa “ciencia del hombre” que Carrel echa de menos y a la que, sin duda, debieran someterse.

Y vamos a dejarlo en lo de la ciencia, porque de ésta hacia arriba empieza el campo que, voluntariamente, me he vedado aquí.

Fernando DEL PINO,
Ingeniero de Caminos.

Relación económica entre los aprovechamientos industriales y los agrícolas de las aguas públicas

Conferencia dada en el Centro de Ingenieros Civiles el día 31 de marzo de 1936,
por D. Pedro Martín y Martín, ingeniero de Caminos

Señores:

Quisiera yo que lo que tiene de interesante y sugestivo, a mi juicio, el título de esta conferencia, sirviera de disculpa a mi atrevido propósito de entretener vuestra atención útilmente durante media hora, que es a lo que aspiro. Culpa será de mi torpeza si después de molestaros no consigo que mis palabras tengan para vosotros esa condición de utilidad, a pesar de lo interesante del tema.

El método de cálculo que voy a exponer para determinar comparativamente la utilidad del agua, según se

la emplee para riego o para producir fuerza, conduce a resultados prácticos y concretos en cada caso particular, pero necesita en todo caso la sanción de la competencia oficial, que yo considero vinculada en vosotros, los ingenieros de las distintas ramas de la ingeniería encargados de proyectar y construir estas obras, y por eso me he decidido a traer la cuestión a esta tribuna, para que digáis si el filón tiene algo de explotable, o no merece la pena de ser tomado en consideración.

La proverbial tradición de los riegos españoles, inspiró sin duda alguna nuestra hermosa legislación de

aguas admirada y copiada en el extranjero. En ella, en la ley fundamental de 1879 se establece para las concesiones de aprovechamientos un orden de preferencia en el cual los riegos ocupan lugar anterior a los aprovechamientos industriales; es decir, que para el establecimiento de un nuevo regadío, se puede expropiar a un establecimiento industrial ya existente, siempre, claro está, previo el correspondiente pago, con arreglo a la ley de expropiación forzosa.

Este criterio claro, definido y terminante, de preferencia para los riegos, respondía a las circunstancias de la época en que se dictó la ley de Aguas, en la cual no eran posibles más aprovechamientos industriales a base de fuerza hidráulica, que aquéllos establecidos al pie de las presas, o con pequeños canales de derivación, siempre para industrias locales y de pequeña importancia.

Pero cuando hace unos treinta y cinco o cuarenta años empezó a vislumbrarse la posibilidad de efectuar económicamente transportes de fuerza a grandes distancias por medios eléctricos, se produjo, naturalmente, un cambio en la opinión, especialmente de los técnicos, creyéndose por algunos que había llegado el momento de invertir el orden de preferencia de la ley de Aguas.

Sin embargo, este período álgido de fiebre por la hulla blanca, no fué duradero, reaccionando nuevamente la opinión en favor de los riegos, como lo demuestra la más moderna legislación sobre Confederaciones Hidrográficas.

Pero no hay más remedio que reconocer que aquella prioridad indiscutible en favor de los riegos no puede hoy mantenerse en absoluto, presentándose casos de conflicto, de verdadera duda a priori, sobre la mayor utilidad de uno de los dos aprovechamientos y es un hecho que hasta la fecha no hay una norma de carácter general, no hay una orientación que permita decidir más que en cada caso el estudio especial que pueda realizar el ingeniero, y esto, generalmente, no se hace, porque el que va a estudiar un salto no se preocupa de los riegos que puedan establecerse con el agua que piensa utilizar y viceversa.

En los Congresos de riegos anteriores al de Barcelona, apenas se había rozado la cuestión de la comparación económica entre los aprovechamientos para fuerza o para riegos. En el de Zaragoza, de 1913, se aprobó una conclusión que decía: *«Conviene que no se subordinen las necesidades del riego a la concesión de aguas públicas con destino a usos industriales, cuando la poca pendiente de las corrientes en los tramos inferiores, exige la inversión de caudales considerables, relativamente a la energía que puede producirse»*.

En el Congreso de Sevilla, de 1918, se declaró que el criterio orientador para el otorgamiento de concesiones sería el de la máxima utilidad social, y que dentro de este criterio *no puede marcarse un orden riguroso basado únicamente en la naturaleza de los aprovechamientos, sino que deben ser también tomadas en cuenta la entidad de los mismos y los beneficios presumibles*.

Claramente se aprecia la vaguedad e indecisión de estas conclusiones, que a mi juicio hubiera sido preferible no consignarlas, porque lo mismo se podrían haber improvisado en una tertulia de café.

En el Congreso de Barcelona, de 1927, aparece ya un tema concreto con el título "Relación económica entre los aprovechamientos industriales y los de regadío." El ponente fué D. Pedro M. González Quijano, y esto basta para decir que el desarrollo del tema fué acabado y perfecto: Hace, en efecto, el Sr. Quijano, un análisis detallado de todas las circunstancias peculiares de cada uno de los aprovechamientos y de las funciones respectivas que le corresponde llenar en la economía patria, obediendo al principio de la máxima utilidad social y al más moderno del aprovechamiento integral de las corrientes públicas.

Pero al llegar a las conclusiones, mi querido amigo, compañero y condiscípulo Quijano, obediendo sin duda

a un criterio suyo consignado en el mismo trabajo, de que en los Congresos no se deben sentar conclusiones definitivas y si sólo orientaciones, se muestra excesivamente tímido, a mi juicio, y no llega a deducciones prácticas.

Las conclusiones del Sr. Quijano que tienen más afinidad con mi punto de vista y que aprobó el Congreso dicen lo siguiente:

El criterio de máxima utilidad no permite establecer un orden de prelación fijo entre los aprovechamientos de riego y los industriales.

Por regla general, los aprovechamientos industriales serán preferibles en la región superior de las cuencas y los de riego en la inferior, sin perjuicio de armonizar ambos objetivos siempre que sea posible.

Cuando haya que regular un caudal y siempre que haya conflicto, deben preponderar a la larga los intereses agrícolas; pero como éstos son siempre más lentos en su desarrollo, no deberá ser esto motivo para dejar de explotar los saltos compatibles con los aprovechamientos agrícolas existentes o de inmediata utilización.

Estas conclusiones dicen algo más, concretan algo más que aquellas citadas de Zaragoza y Sevilla, pero en el fondo adolecen de la misma vaguedad, de la misma generalidad que no permite valorar cada uno de los dos aprovechamientos en pugna; y lo que yo busco es eso; un procedimiento que permita en cada caso valorar los aprovechamientos de ambas clases para poder decidirse por el de mayor utilidad.

En el citado Congreso de riegos de Barcelona, hube de presentar una enmienda al tema tratado por el señor Quijano, que fué, en esencia, lo que va a ser objeto de esta conferencia. Se discutió mi enmienda por algunos miembros del Congreso y por el ponente mismo, reconociéndose su importancia, pero en realidad no se entró en su fondo, acordándose que figurase en las publicaciones del Congreso "como información interesante y útil para Congresos venideros". Yo entendí que se volvería a tratar la cuestión en el Congreso siguiente de Valladolid, pero no fué así, y éste es también uno de los motivos de que me haya decidido a traer la cuestión a este Centro.

La finalidad, en resumen, de esta conferencia, no es otra que la exposición de un método de cálculo del valor comparativo de las dos clases de aprovechamientos, llegando a conclusiones, por lo menos aproximadas, que permitan juzgar *a priori* de dicho valor, con sólo conocer las características peculiares de cada uno de los dos aprovechamientos en litigio.

Y como para preámbulo es ya demasiado lo dicho (aunque me ha parecido necesario), entro ya en la materia propia de la conferencia.

* * *

El estudio de la relación económica existente entre los aprovechamientos industriales y los agrícolas de las aguas públicas, tiene una importancia extraordinaria para los países áridos y semiáridos, en los que no es posible el cultivo intensivo sin el riego. Yo he creído siempre a propósito de esto, que los ingenieros españoles no han concedido a esta cuestión la importancia que realmente tiene, preocupándose mucho más de la utilización hidráulica para saltos de agua que para riegos.

La relación económica buscada tiene, ante todo, un marcado carácter local, o todo lo más regional, siendo extremadamente variable según las distintas regiones. De los dos términos a comparar, uno de ellos, el valor del agua empleada en riegos, es, naturalmente, variable como dependiente del clima y de la calidad del terreno, pudiendo llegar a no valer nada y hasta a ser perjudicial en los países en que llueve con exceso; el otro, o sea el valor de la fuerza hidráulica producida, varía también en relación con las fuentes de energía en competencia, si bien este valor de la energía tiende a la uniformidad en todas partes, gracias a los crecientes perfeccionamientos de los transportes eléctricos.

El problema hay que plantearlo, por lo tanto, para cada caso particular o, por lo menos, para cada región con unidad de clima con arreglo a los datos medios deducidos de la experiencia, relativos al aumento de producción debida al riego y a las circunstancias del mercado local de fuerza. Voy a indicar primeramente el planteamiento del problema general y haré después aplicación a la región de Castilla la Vieja, que es la que conozco con algún detalle.

Se trata, en resumen, de comparar la utilidad del agua, considerada como elemento de producción de fuerza y como fertilizante agrícola. Pero si nos fijamos en que el agua para riegos no se puede sustituir por nada, mientras que hay muchos medios de producir fuerza distintos de los hidráulicos, podremos servirnos de esta cualidad para enfocar el problema, haciendo la comparación entre la utilidad creada por el agua empleada en riegos y el coste de la sustitución de la fuerza hidráulica que pudiera producir la misma agua.

Hay que elegir, ante todo, una unidad para hacer esta comparación, que conviene sea unidad de gasto durante un cierto tiempo; yo elijo por unidad el metro cúbico por segundo durante una hora, que equivale a 3 600 metros cúbicos en volumen.

Ahora bien, para la producción de fuerza, el agua saca a plaza su energía de posición y, por consiguiente, su valor es proporcional a la altitud sobre el nivel del mar, y en cada caso particular a la altura del salto de caída; mientras que usada el agua para riegos, su valor depende, como se ha dicho, de las condiciones del suelo y del clima de la región en que haya de emplearse.

Habrà que empezar por calcular deduciéndolo de los riegos que haya establecidos anteriormente, o por experiencias previas, el aumento bruto de producción debida al empleo en el riego de la unidad elegida, o sea del metro cúbico por segundo durante una hora en los distintos cultivos que racionalmente puedan establecerse.

Valorando la media de esa producción bruta a precios corrientes y deduciendo de esa valoración lo que representa, para la unidad elegida, el interés del capital gastado en las obras de establecimiento del riego (canales y pantanos), más los gastos de conservación y explotación de las mismas, la diferencia resultante representará la verdadera utilidad o riqueza creada por el empleo en el riego del metro cúbico por segundo durante una hora, a lo que llamaré *beneficio nacional* y representaré por la letra P (pesetas).

No hay que confundir esa cifra con el beneficio del cultivador (que incluso puede liquidar con pérdida su negocio), pero es indudable que en ella estarán englobados: el aumento de renta debida al riego, percibida por el propietario; la mayor ganancia del cultivador, correspondiente al notable aumento de capital y actividad empleados; el pago del también notable aumento de obreros, ganadería, transporte de productos; cuyas partidas serán todas pagadas con los productos debidos al riego, que sin el riego no existirían y que constituyen, por lo tanto, riqueza o beneficio nacional.

Veamos ahora la fuerza que se puede producir con la unidad elegida en función de la altura de caída. Un metro cúbico por segundo, cayendo de una altura de un metro, produce prácticamente diez caballos de fuerza; supone esto que, el rendimiento de la turbina o receptor hidráulico es de 75 por 100, que podría estimarse escaso para los aparatos modernos, pero que me parece prudente como rendimiento medio, teniendo en cuenta que no siempre funcionan los motores hidráulicos en las condiciones de admisión de máximo rendimiento; pero, en todo caso, la objeción no puede afectar a la esencia del razonamiento y todo se traducirá en una pequeña variación cuantitativa del cálculo. Admitida, pues, la hipótesis, la unidad que consideramos cayendo de una altura de H metros producirá $10 \times H$ caballos; cuyo coste de sustitución por hora, es lo que tenemos que valorar para compararlo con la utilidad creada por ese mismo metro

cúbico empleado en riego, que hemos llamado P .

Si llamamos p el valor en el mercado del caballo-hora, o el coste de su producción por otros medios distintos a los hidráulicos, los $10 \times H$ caballos hora, costarán $10 \times H \times p$ pesetas, y si se iguala esta expresión a la utilidad creada por el riego tendremos $P = 10 \times H \times p$ de cuya ecuación podemos sacar el

valor de $H = \frac{P}{10 \times p}$ que representa la altura efectiva

desde la cual será preciso que caiga el agua para que la fuerza producida valga tanto como el beneficio que pudiera crear la misma agua empleada en riego. Es decir, que para alturas de caída o suma de alturas de caída menores

que $H = \frac{P}{10 \times p}$ será mayor el beneficio que se obtenga

empleando un caudal de agua cualquiera en el riego que en producir fuerza.

Pudiera objetarse que si se hubiera seguido para la aplicación a fines industriales del agua, el mismo procedimiento que para la aplicación a riegos, calculando directamente los beneficios que podría producir su aplicación a una industria determinada, se hubieran podido obtener acaso cifras mucho mayores que las obtenidas en la aplicación agrícola; pero si por una parte, como ya dijimos, el agua para riegos es insustituible, y por otra demostramos que con los beneficios obtenidos en el riego, sobra dinero para comprar la fuerza necesaria producida por otros medios para la aplicación industrial de que se trate, es indudable que se obtendrá el *mayor beneficio social* por la citada aplicación al riego hasta el límite de altura que marca la fórmula deducida.

* * *

Conocemos ya la expresión analítica que regula la relación económica entre los aprovechamientos agrícolas y los industriales del agua, pero para darse cuenta exacta del fenómeno, para dominarle cuantitativamente, es preciso en éste como en todos los casos, bajar la mano a la realidad aplicándolo a un caso concreto, y es lo que voy a hacer seguidamente, tomando por tipo la región de Castilla la Vieja o, mejor dicho, la cuenca del Duero, que comprende gran parte de los antiguos reinos de Castilla la Vieja y León.

Se trata de la meseta más alta de las que forman el centro de España, con alturas comprendidas entre 600 y 1 000 metros (aparte de las cordilleras), cantidad de lluvia anual de 300 a 600 milímetros, con una repartición extremadamente irregular, con un régimen de temperaturas también variadísimo, siendo corriente que hiele todos los años en mayo y en octubre, y con una atmósfera diáfana y transparente que permite una evaporación exagerada, propia de zonas mucho más cálidas. En estas condiciones bien puede asegurarse que los beneficios debidos al riego son mucho menores que en otras regiones españolas, como Aragón, Andalucía y Levante, de climas mucho más cálidos y regulares.

Como la cantidad de agua gastada y el número de riegos son distintos para cada planta, conviene, para hacer el cálculo de los beneficios debidos al riego, partir de una distribución racional de cultivos, calculando para cada uno de los beneficios respectivos y deducir la media. Sin que yo pretenda que sea un modelo, propongo para el objeto que persigo la rotación siguiente que estimo posible y racional: Una quinta parte del terreno, o sea un veinte por ciento de la zona regable, se destinará a prados artificiales; dos quintas partes, o sea un 40 por 100, a plantas industriales o forrajeras, de vegetación estival, y el otro 40 por 100 a cereales. Elegiremos como tipos para calcular los beneficios del riego, la alfalfa, la remolacha azucarera y el trigo respectivamente,

para los tres sectores de cultivo que se han indicado.

En gran parte de la cuenca del Duero, y para obtener la máxima cosecha de trigo, hay suficiente con un riego abundante en el mes de mayo, pero desde luego se puede obtener dicho resultado con dos riegos pequeños, en los cuales admito que se gasten 1 800 metros cúbicos de agua por hectárea; es decir, que con la unidad elegida, o sea el metro cúbico por segundo durante una hora, se podrán regar dos hectáreas de trigo; precisamente elijo esa cifra para facilidad del cálculo, seguro de que es excesiva para un solo riego abundante, y no es escasa para dos riegos pequeños.

Ahora bien: como el trigo se cultiva en Castilla en secano, debemos valorar sólo el exceso de cosecha obtenida sobre dicho cultivo de secano, que admitiré sea de 800 kg. por hectárea, y entre las dos que se riegan con la unidad elegida serán 1 600 kg. de trigo, que al precio de 50 pesetas el quintal valen 800 pesetas, que representarán, por lo tanto, *el beneficio bruto obtenido por el empleo de un metro cúbico por segundo durante una hora regando trigo*. La cifra elegida para el aumento de producción debido al riego es la que se consigna en los datos oficiales de la producción nacional, y yo la he pasado muchos años en mis cultivos de la vega del Duero.

Antes de seguir adelante quiero decir que las cifras adoptadas para producciones y gastos son resultados de observación propia durante más de veinte años que he regado en el valle del Duero, elevando el agua por medios mecánicos, y, por lo tanto, pudiendo apreciar perfectamente el gasto y la producción. Las demás cifras que habré de considerar, relativas a coste de la obra hidráulica, valor de la fuerza, etc., etc., son también datos prácticos de la región, que podrá discutirse el poco más o menos de su cuantía, pero que la diferencia en todo caso con la realidad no afectará sensiblemente a los resultados obtenidos.

Según dije al exponer el método general de cálculo para obtener el beneficio efectivo, que he llamado *beneficio nacional* debido al riego, se debe descontar del beneficio bruto lo que representa el capital gastado en las obras (pantanos y canales), más los gastos de conservación de estas obras y los de administración del servicio. Para hacer este cálculo supondremos que el coste completo de las obras para poner el agua a disposición del cultivador sea de 30 céntimos de peseta por metro cúbico en volumen disponible para el riego; adoptando un 5 por 100 para interés del capital, otro 5 por 100 para gastos de conservación, y un 2 por 100 para los de administración; o sea, en total, un 12 por 100 del capital de instalación.

Según esto, el capital correspondiente a las obras ejecutadas para poder emplear en el riego la unidad elegida (metro cúbico por segundo durante una hora), que equivale a 3 600 metros cúbicos, será $3\,600 \times 0,30 = 1\,080$ pesetas, y el 12 por 100 de ese capital importará 130 pesetas, en números redondos.

Así, pues, si de las 800 pesetas que obtuvimos como beneficio bruto para el empleo en el riego de trigo de la unidad elegida, descontamos las 130 pesetas calculadas por el 12 por 100 del coste de las obras, la diferencia que se obtiene de 670 pesetas representará el *beneficio nacional* debido al empleo en el riego de trigo de la unidad elegida.

A la remolacha azucarera se la suelen dar ocho o nueve riegos en los meses de junio a septiembre, gastando en total de seis a ocho mil metros cúbicos por hectárea. Admitiremos que se gastan 7 200 metros cúbicos, que son dos unidades de las elegidas, adoptando esta cifra para facilitar el cálculo. La producción normal de esta planta en terrenos regulares y con un buen cultivo es de 30 toneladas por hectárea, que, valoradas a 75 pesetas (precio inferior al de los contratos de los tres últimos años), representan una producción bruta de 2 250 pesetas por hectárea, o sea 1 125 pesetas por metro cúbico por segundo durante una hora, y descontando de

esta producción bruta las 130 pesetas que antes dedujimos para el 12 por 100 del coste de las obras, queda un resto de 995 pesetas como *beneficio nacional* dejado por el empleo de la unidad considerada en el riego de la remolacha azucarera.

En cuanto a la alfalfa, se la suelen dar de 15 a 20 riegos, gastando en total de diez a doce mil metros cúbicos por hectárea, y con el mismo fin de simplificar el cálculo admitiremos que se gastan 10 800 metros cúbicos, o sean tres unidades. (Esta cifra es quizá insuficiente en las provincias bajas de la cuenca, como Valladolid, Zamora y Salamanca, pero es acaso excesiva para las provincias de León, Burgos y Soria.)

La producción corriente de la alfalfa es de 10 000 kilogramos de heno seco por hectárea, que valorados a 0,20 pesetas suponen una producción bruta de 2 000 pesetas, que corresponden por consiguiente a 666,66 para la unidad elegida. Descontando, por lo tanto, como antes, las 130 pesetas consabidas, nos quedan 536,66 pesetas para *beneficio nacional* debido al empleo en el riego de la alfalfa de un metro cúbico por segundo durante una hora.

Ahora bien: teniendo en cuenta las extensiones relativas cultivadas de cada planta, y según el plan de cultivos que se ha expuesto, y el número de riegos y de unidades gastadas en cada uno, observaremos que por cada unidad gastada en regar trigo se emplean cuatro en regar remolacha y tres en regar alfalfa, pudiéndose en consecuencia deducir el beneficio nacional medio de la unidad elegida en la forma siguiente:

	Pesetas.
1 metro cúbico por segundo durante una hora, empleado en regar trigo a 670 pesetas de beneficio nacional	670
4 ídem íd. regando remolacha a 995 ídem íd.	3 980
3 ídem íd. regando alfalfa a 536,66 ídem íd.	1 610
8	SUMAS. 6 260

Cuya suma, repartida entre las ocho unidades que la componen, resulta *el beneficio nacional medio* producido por el empleo en el riego de un metro cúbico por segundo durante una hora y en la cuenca del Duero, de 782 pesetas.

Veamos ahora las unidades de fuerza que se pueden adquirir por las 782 pesetas que hemos obtenido como beneficio nacional medio en la cuenca del Duero, y la altura de caída necesaria para que las produzca un metro cúbico por segundo de caudal continuo.

No necesitan ser motores de mucha potencia para que se pueda producir el caballo-hora en cualquier punto de la cuenca del Duero por menos de quince céntimos de peseta, empleando motores térmicos de cualquier clase, o modernos Diesel o Semidiesel. Aun tratándose de motores de treinta o cuarenta caballos, se puede producir fuerza por ese precio, tratándose de motores de la última clase. No falta tampoco fuerza eléctrica más barata en el mercado, contratada por año, y en consecuencia, creo que puede fijarse prudencialmente para el cálculo que nos ocupa el precio de quince céntimos de peseta para el caballo-hora.

En esta hipótesis, con las 782 pesetas de beneficio nacional medio, que dejaré reducidas a 750 en números redondos, se podrían adquirir 5 000 caballos-hora, y para producirlos hidráulicamente con el citado caudal de agua haría falta una altura de caída efectiva de 500 metros.

Así resulta, en efecto, de sustituir en la fórmula que obtuvimos al plantear el problema en general las letras P y p por los valores ahora deducidos, obteniéndose

$$H = \frac{750}{10 \times 0,15} = 500 \text{ metros.}$$

Es decir, que como resumen y en consecuencia de todo lo dicho se puede afirmar que el beneficio obtenido

por el empleo del agua en el riego en la cuenca del Duero es equivalente al que se obtendría destinando la misma agua a producir fuerza con una altura de caída efectiva de 500 metros. O, lo que es lo mismo, que para alturas de caída, o suma de alturas de caída efectivas menores de 500 metros, el beneficio obtenido destinando el agua a producir fuerza es menor que destinándola al riego.

Ya tenemos una cifra; ya podemos decir que conocemos, al menos con aproximación (y salvo las objeciones que se pudieran hacer al cálculo), la relación económica buscada entre los aprovechamientos para riego y para fuerza, lo que no era provechamiento sino conocer las normas generales, imprecisas de las condiciones de aplicación de cada uno de los dos aprovechamientos. Yo no sé el efecto que en vosotros habrá hecho esa cifra de la altura de caída equivalente al beneficio del riego; por mi parte, puedo afirmar que me produjo extraordinaria sorpresa, haciéndome repasar el cálculo varias veces, pues a pesar de mi entusiasmo por los riegos, nunca pude figurarme que la utilidad del agua en ellos empleada, en la región española donde menos puede valer esa aplicación, llegara a compensar la pérdida de su fuerza de caída desde una altura de 500 metros. Prueba esto, una vez más, que no se conoce realmente un fenómeno hasta que no se le analiza y se le reduce a números.

Pero puede objetarse que el agua empleada en riegos se pierde en su mayor parte, salvo la que pueda volver por filtración a la corriente natural, mientras que la utilizada en un salto queda disponible para ser utilizada después en todos los interiores, hasta el mar. Por otra parte, serán rarísimos los casos en que pueda haber duda respecto a la preferencia de destinar un caudal de agua al riego, o a ser utilizada en un solo salto, porque no es natural que haya saltos utilizables de esa magnitud en las zonas donde es posible el riego; lo natural es que dichos saltos se presenten en las cabeceras de las cuencas antes de llegar la corriente a las zonas regables, y en tales circunstancias es indudable que se debe aprovechar la energía del salto.

Parece, pues, que la relación económica que debe interesar hallar es la que existe entre el valor del agua empleada en riegos en un punto dado y la suma de todas las posibilidades de producir fuerza, desde ese punto hasta el mar, o, si se quiere, hasta la frontera de la nación vecina de aguas abajo. Planteada así la cuestión, no hay más remedio que tener en cuenta la influencia del remanso de las presas y la pérdida en los canales de derivación hasta las Centrales de fuerza.

Si se considera una utilización por una serie de saltos de pie de presa en la misma corriente, y aceptáramos la teoría de la parábola de Poiree, según la cual la influencia del remanso alcanza hasta una altura doble de la presa que le produce, tendríamos que concluir que para utilizar en una serie de saltos una altura efectiva de 500 metros, haría falta disponer de un desnivel de 1 000 metros entre los extremos del tramo que se considera. En consecuencia, aceptando como buenas las cifras obtenidas sería lícito afirmar que hasta alturas de 1 000 metros sobre el nivel del mar, o sobre la cota de la corriente en la frontera de la nación inferiormente

situada, es más útil el empleo del agua en riegos que destinada a producir fuerza, aun utilizando todos los saltos posibles hasta los citados puntos extremos.

Esto equivale a decir que en España, en general, debe emplearse el agua para riegos antes que reservarla para saltos, fuera de aquellas regiones en que las corrientes tienen todavía carácter torrencial dentro de las cordilleras que las dan origen, porque, en efecto, la altura de los terrenos regables españoles no pasa, en general, de los 1 000 metros, sobre el mar o sobre la raya de Portugal.

Pero queriendo afinar más, cabe la objeción de que la teoría de Poyree puede ser cierta o aproximada en los canales de pendiente, sección y caudal regularizados; pero no lo es evidentemente en los ríos naturales de cauces sinuosos, márgenes llenos de obstáculos y pendientes y caudales variadísimos. No se puede tampoco creer que en los ríos naturales el efecto de las presas sea sólo dividir la corriente en tramos horizontales; la influencia del remanso es indudable, aunque variable según las condiciones del cauce, la pendiente y la altura de la presa. En algún caso he podido apreciar la influencia del remanso hasta una altura por encima de la coronación de la presa, de la mitad de dicha altura, y creo que prudencialmente se puede establecer esta regla para deducir el aprovechamiento máximo que se puede obtener en un tramo determinado de río. Haciéndolo así, con aplicación al caso presente, los 500 metros de caída efectiva, que dijimos eran necesarios para igualar en utilidad a la que se obtiene en la región del Duero destinando el agua al riego, suponen 750 de altitud sobre el nivel del mar o sobre la cota del río en la frontera portuguesa.

En resumen: para igualar con aprovechamientos industriales el beneficio obtenido dedicando el agua al riego, en el caso en que este beneficio es mínimo en España, o sea en Castilla la Vieja, se necesita una caída real y efectiva de 500 metros, si se trata de un solo salto o el aprovechamiento total de todos los saltos sucesivos posibles, desde una altitud de 750 metros sobre el mar o sobre la frontera de la nación inferior.

Dos consecuencias importantes procede, a mi juicio, sacar como resultante práctica de este estudio:

1.^a Como regla general, no debe vacilarse en consumir el agua de una corriente pública para el riego, cuando la zona regable tiene una altitud inferior a 750 metros sobre el nivel del mar o sobre la frontera portuguesa, si a ella va a parar la corriente de que se trate. Debe, no obstante, en cada caso particular importante estudiarse esta altura límite, que podrá ser superior a los citados 750 metros.

2.^a En el caso de un salto aislado, y también como regla general, debe preferirse el aprovechamiento para riegos mientras dicho salto útil no pase de 500 metros.

Señores: He terminado; he cumplido mi propósito de traer a esta autorizada tribuna lo que yo creía tema digno de ella, aunque después de hacerlo me cabe la duda, sobre todo teniendo en cuenta lo escueto y descarnado de la exposición; pero el daño ya está hecho, y a mí sólo me resta expresaros mi sincero agradecimiento por la benevolencia con que me habéis escuchado.

El Congreso Nacional de Obras públicas

Sección IV. — Trabajos marítimos.

La Mesa provisional de esta Sección, que preside don Eduardo Castro, y de la que forman parte con él D. Justo Vilar, D. Montañer Marquina, D. Antonio Panadero y D. Ramón Montalbán, ha terminado su cometido referente a la fijación de los temas que han de ser objeto de discusión en el Congreso Nacional de Obras Públi-

cas y ha propuesto el nombre de los ponentes generales de cada uno de dichos temas, que han aceptado tan difícil misión, a pesar de que todos ellos tienen su tiempo empleado en las actividades inherentes a sus respectivos cargos.

Los temas propuestos por la Mesa han sido los siguientes:

TEMA I. — Régimen de acarreo en las costas.