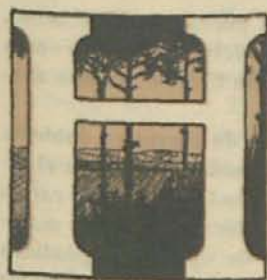




El problema hidrológico-forestal en la cuenca del río Jiloca. ⁽¹⁾

SEÑORES:



He opinado siempre, que para ocupar estos sitios era indispensable poseer, por lo menos, ciencia que poder enseñar y elocuencia y costumbre para exponerla.

Convencidísimo de que de las tres carezco, me he resistido durante mucho tiempo a tomar parte en estas conferencias; pero ante los insis-

tentes y amables requerimientos de la Junta directora de este Instituto y especialmente de nuestro querido compañero Sr. Laviña, he tenido que claudicar, y, contando con vuestra benevolencia, voy a hablaros esta noche, sobre «El problema hidrológico-forestal de la cuenca del río Jiloca», tema que he elegido para esta conferencia, porque a la vista de los inmensos daños originados en la primavera y verano del año actual por las avenidas de este río y de sus torrentes tributarios en los poblados, vías de comunicación y cultivos situados en las proximidades de sus márgenes, me he convencido de la gran importancia económico-social de este problema y de la urgente necesidad de resolverlo, a fin de evitar cuanto antes y lo más posible, los cuantiosos gastos que hay necesidad de hacer anualmente para reparaciones en la carretera de Zaragoza a Valencia, en la vía del ferrocarril «Central de Aragón» (2), y en muchos caminos vecinales de los pueblos de la cuenca; la ruina de poblados tan importantes como Daroca, San Martín del Río, Villanueva de Jiloca, Manchones y

otros; la destrucción casi anual, de cosechas valiosísimas de verano y de otoño en las vegas de muchos de los pueblos ribereños del Jiloca y de sus afluentes; la pérdida para el cultivo agrario de bastantes fincas de regadío cuyo valor oscila entre 5.000 y 10.000 pesetas por hectárea; y, por último, la emigración, por ruina ó falta de trabajo, de miles de habitantes de los pueblos de la cuenca del Jiloca.

Además de esto, las grandes diferencias que existen entre los torrentes-ramblas de esta cuenca y los que se estudian en los libros que tratan de la corrección de los torrentes, y el estado especial en que se encuentran la mayor parte de los lechos de deyección de aquellos, por el tratamiento anticientífico a que se hallan sometidos desde hace muchos años por los propietarios de las fincas enclavadas ó próximas que pretenden defenderlas de las avenidas de esos cursos de agua, nos ha hecho ver claramente la necesidad de introducir en los procedimientos usuales de corrección de torrentes, algunas innovaciones, que por haber dado buenos resultados en la práctica, conviene divulgar, por si pudieran tener empleo útil en otros casos análogos de los muchos que se presentan en España.

I

Hidrografía de la cuenca del Jiloca.

El único curso de agua de caudal permanente de alguna importancia en esta cuenca, es el río Jiloca, cuyo nacimiento se fija en los manantiales denominados Ojos de Monreal del Campo, si bien recibe aguas más altas del arroyo Mierla, procedentes de las rocas silurianas de Sierra Menera, y, sobre todo, del río Cella, originado en la copiosa fuente del mismo nombre, formada por un manantial iluminado artificialmente en 1729 a unos 100 metros al Norte del pueblo. El agua brota en este manantial a borbotones, representando un volumen de unos dos metros cúbicos por segundo.

Las aguas de esta fuente, cuya temperatura media anual

Descripción de
río Jiloca y de
sus afluentes
principales.

(1) Conferencia dada en el Instituto de Ingenieros Civiles, por don N. Ricardo García Cañada, Ingeniero de Montes.

(2) Según noticias de un alto empleado de la Compañía de este ferrocarril, ha gastado ésta en el desescombramiento de las obras de fábrica en 51 kilómetros de vía, 8.000 pesetas por mes durante los de Mayo, Junio y Julio, y, a pesar de esto, en Agosto estaban casi todas completamente cegadas.

es de 12° centígrados, se recogen en un estanque de más de 20 metros de profundidad, hallándose su pavimento á 1.030 metros de altitud.

Desde el depósito parten, en dirección Norte, tres acequias á los términos de Villarquemado, Santa Eulalia, Torremocha, Torrelacárcel, Singra y Villafranca, en cuyos pueblos se utilizan sus aguas para el riego de unas 20.000 hectáreas, y reuniéndose después las sobrantes, forman el río Cella que, como queda dicho, es el afluente más alto del Jiloca.

Recoge este río algunos arroyos cerca de Torrijos del Campo y Fuentes Claras, y después de Calamocha, recibe por su margen derecha, como principal tributario, el río Navarrete ó Pancrudo, que brotando en las inmediaciones del pueblo de este nombre, corre por Alpeñes, Torre de los Negros, Barrachina, Navarrete y Lechago, para llegar al río principal, el que después baña á Luco, Burbáguena, Báguena y San Martín del Río, penetrando en la provincia de Zaragoza por el término de Villanueva de Jiloca, y continuando después por los de Daroca, Manchones, Murero, Villafeliche, Montón, Fuentes, Morata, Maluenda y Paracuellos, para desembocar en el río Jalón, cerca y en el término de Calatayud.

La longitud del cauce del Jiloca desde donde empieza á definirse hasta su desembocadura en el Jalón, es de 126 kilómetros, y como la diferencia entre sus cotas extremas, 1.420 y 500 metros, es de 920 metros, resulta una pendiente media de siete milímetros por metro, pudiéndose clasificar, por esta circunstancia, entre los ríos torrentiales.

Los aforos verificados en Daroca y Paracuellos en estiaje, han dado un gasto por segundo de 3,590 metros cúbicos y 4,016 metros cúbicos, respectivamente.

La mayor parte de la cuenca del Jiloca, que es de unas 165.000 hectáreas, está asurcada por una infinidad de torrentes-ramblas que desaguan en las dos márgenes del río principal, teniendo algunos de ellos bastantes kilómetros de curso, pero sólo llevan agua en época de avenidas, las cuales son generalmente súbitas y de mucho caudal, arrastrando todas ellas gran cantidad de materiales arrancados por las aguas de las laderas y de sus lechos.

II

Daños causados por el río Jiloca y por sus torrentes tributarios.

De los datos recogidos por nosotros directamente y de los que nos han facilitado los Ayuntamientos de los pueblos de la cuenca, resulta que los daños causados en 1915 por las avenidas del río Jiloca y de su afluente el Navarrete ó Pancrudo y por las de los torrentes-ramblas que desaguan en estos dos ríos, pueden valorarse en más de un millón de pesetas; y hay que advertir, que no es el actual el año en que se han registrado los mayores daños; algunos, como los de 1551, 1575, 1711, 1854, 1865, 1877, 1902 y otros, han dejado fechas memorables de grandes inundaciones.

Vamos á dar por medio de algunas diapositivas, siquiera una ligerísima idea de la importancia de estos daños.

Diapositiva núm. 1.—Representa unas casas de Villanueva de Jiloca (Zaragoza), que han sido construidas en el lugar que ocuparon otras tantas de las 39 que fueron destruidas el 18 de Agosto de 1902, por la acción combinada del torrente Rambla de Valdeviñas y el río Jiloca. Todavía se ven en la diapositiva las ruinas (1-1) de una de ellas.

Diapositiva núm. 2.—(1-1). Casa de la calle Mayor de Daroca (Zaragoza), construida en el solar que ocupó otra que destruyó el torrente Rambla de la Mina, en la avenida del 5 de Septiembre de 1877. Por causa de esta crecida, perecieron ahogadas seis personas y se perdieron la mayor parte de las cosechas de la vega y las existencias que había en los comercios de la calle Mayor de la ciudad, en la que llegaron las aguas á los pisos principales.

Diapositiva núm. 2bis.—(1-1). Casa de la calle Mayor de Daroca, en la que se ven las salpicaduras (a) del agua, de la avenida de que acabamos de hablar, debajo de los balcones del piso principal.

Diapositiva núm. 3.—Casa del pueblo de Manchones, destruida después de tirar la tapia del corral que se ve en primer término, por el torrentillo de El Sebo, en una avenida de Julio de 1908.

Diapositiva núm. 4.—(1-1). Trozo de carretera cubierto por los arrastres dejados en las avenidas de 1915 por el torrente Rambla de Valdeguaren; viéndose también varias fincas de la vega de Villanueva soterradas por los materiales depositados por este curso de agua. Las pérdidas originadas por este torrente durante el año actual, de los términos de Villanueva y San Martín del Río (Teruel), pueden evaluarse en más de 100.000 pesetas.

Diapositiva núm. 5.—Fincas de regadio de primera calidad de un valor de 10.000 pesetas por hectárea, de la vega de Villanueva de Jiloca, viéndose en la fotografía los árboles cubiertos hasta las ramas, por los materiales acarreados en 1915 y en años anteriores, por el torrente Rambla de Valdeguaren. Estas fincas están ya completamente perdidas para el cultivo agrario.

Diapositiva núm. 5bis.—Nogal soterrado hasta las ramas por las avenidas del mismo torrente. La finca donde se halla plantado, de un valor de 10.000 pesetas hectárea, está completamente perdida para el cultivo agrario.

Diapositiva núm. 6.—Puente del ferrocarril Central de Aragón, aterrado en 1915 por los materiales acarreados por el torrente Rambla de Valconchan (Daroca).

¿Y á qué son debidos los daños causados por los cursos de agua torrentiales de la cuenca del río Jiloca?

Indudablemente, á la reunión rapidísima de las aguas en sus *thalwegs*, al poco tiempo de ocurrir una tempestad y á la perturbación torrencial que estas corrientes experimentan como consecuencia de los materiales que acarrean en sus avenidas.

Esta perturbación y aquella coincidencia, reconocen como causa principal, la constitución geológica del terreno de la cuenca y como secundarias, aunque también muy

Sus orígenes

importantes, la especialidad de su clima y su despoblación arbórea.

Constitución geológica de los terrenos de la cuenca.—Entran en la constitución geológica de la cuenca del Jiloca, los terrenos cambriano, siluriano, triásico, jurásico, cretáceo, terciario, diluvial y actual; pero el foco para la formación de los torrentes se encuentra, principalmente, en dos de ellos: en el mioceno lacustre de la margen izquierda y en el diluvial; vamos á describir aunque muy á la ligera estos dos terrenos.

Grandes masas de gredas de color rojo más ó menos vivo, que á veces pasan á arcillas casi puras con estratificación no siempre bien determinada y á las que suelen asociarse algunas capas discontinuas de conglomerados poco consistentes, forman esencialmente el depósito diluvial, el cual ofrece en toda su extensión unos mismos caracteres y se halla cubierto además en la superficie por una capa de gravas y cantos rodados, á no ser allí donde el terreno ha sido asurcado y derrumbado por las aguas llovedizas.

En Daroca, donde el diluvium toca los muros de su recinto por la parte Norte, asoman entre las gredas más ó menos sabulosas, algunas capas de brechas, formadas por cantos de pequeño volumen unidos con un cimientito esencialmente arcilloso. En esta localidad y dentro del mismo terreno, abundan las arcillas igualmente rojas, las cuales se explotan en cierta escala, con destino á una fábrica de alfarería.

El mioceno lacustre de la margen izquierda del Jiloca, está formado por margas incoherentes sabulosas de color rojo amarillento, asociadas con arcillas, bancos discontinuos de conglomerados y areniscas muy deleznales.

El aspecto general y aun la composición petrográfica de estos sedimentos, recuerda el que suelen ofrecer las margas diluviales anteriormente descritas y hubieran podido originar alguna duda respecto de su edad, á no haberlas encontrado el Sr. Cortázar (1) en localidades próximas á Teruel, infrapuestas á una zona de calizas reconocidas por sus fósiles, como correspondientes á la formación miocena.

Clima.—Habiendo en esta cuenca variaciones en la altitud de más de 1.000 metros, es claro que tiene que haber también en ella climas muy distintos.

En Daroca, ciudad situada á 770 metros de altitud, á unos 86 kilómetros próximamente del nacimiento del Jiloca y unos 40 de la desembocadura de este río en el Jalón y único sitio de la cuenca donde hay observatorio meteorológico, hemos registrado en el año actual temperaturas extremas á la sombra de -19° y 40° centígrados y la cantidad media de precipitados acuosos en el último quinquenio, 1910-1914, ha sido de 252 mm., habiéndose observado la mínima, 151 mm., el año 1910 y la máxima, 343 milímetros, en 1914.

Las nevadas en la mayor parte de la cuenca no son, generalmente, muy intensas, y la nieve suele durar poco tiempo.

Las tormentas son, en cambio, muy fuertes, siendo más peligrosas por la rapidez con que se desarrollan, que por la cantidad de agua que en ellas cae ordinariamente, observándose avenidas en las ramblas, desde el momento que se recogen en el pluviómetro de la sección 12 mm. en igual número de minutos de tiempo; generalmente tienen lugar las tormentas en los meses de Mayo, Junio y Septiembre, en los cuales y en el de Octubre, cae la mayor parte del agua que se recoge en el año.

En toda la cuenca domina el viento NO., llamado *regañón* en el país.

Estado forestal.—El estado forestal de la cuenca podemos calificarlo de desastroso. Apenas existen montes altos, y los pocos que hay, tratados por el método de beneficio de monte bajo, se hallan generalmente en muy mal estado de conservación, habiendo mejorado algo los de la provincia de Zaragoza, desde que hace pocos años, con muy buen acuerdo, se prohibió el pastoreo en ellos del ganado cabrio, medida que debía ir extendiéndose paulatinamente á todos los montes de España.

Deducciones.—Ahora bien; conocida la hidrografía de la cuenca del Jiloca, y después de la ligera descripción que hemos hecho del terreno, del clima y del estado forestal de la misma, es fácil comprender cómo se han formado y se forman en ella tantos torrentes, la causa del estado torrential de estos cursos de agua y los efectos que tienen que producir sus aguas durante las avenidas.

Caidas las aguas de los fuertes aguaceros de las tormentas sobre terrenos desnudos tan deleznales como son el mioceno y diluvial anteriormente descritos, naturalmente tiene que ocurrir, más ó menos pronto, el abarrancamiento de las laderas; originando éste, en la generalidad de los casos, infinidad de pequeños cursos de agua—separados por cresterías de triste aspecto—que desembocan en la misma garganta, y que con aquéllas constituyen las conchas (1), que tanto abundan en las cuencas de recepción de casi todos los torrentes-ramblas afluentes del Jiloca. Otras veces el abarrancamiento da lugar á la formación de pirámides y de otras figuras muy vistosas, algunas de más de 40 metros de altura, llamadas *señoritas*, constituidas por tallos más ó menos gruesos de greda ó de arcilla, coronados por una piedra de caliza dolomítica del terreno cambriano, que en algunos sitios cubre al diluvial y al terciario.

La diapositiva núm. 7 representa las cresterías de la cuenca de recepción de los barrancos afluentes al torrentillo de Nazaret, del término de Daroca; y la núm. 8 una señorita de las que se encuentran en la cabecera del torrentillo Barranco del Moral, afluente del torrente de Nazaret.

Abarrancadas las laderas, siendo el suelo de éstas casi absolutamente impermeable y no habiendo nada que oponga obstáculo antes ni después de la caída á las aguas de

(1) Bosquejo tísico-geológico y minero de la provincia de Teruel, por Daniel Cortázar Ingeniero Jefe de Minas, 1885, págs. 172 y 173.

las lluvias fuertes de tempestad, necesariamente tienen que reunirse aquéllas en muy poco tiempo, aumentando á cada momento su velocidad, por la aportación incesante del caudal de cada una de las conchas de la cuenca de recepción que afluyen á la garganta del torrente, creciendo también con esto la potencia de excavación longitudinal y transversal, cuyo efecto útil es dar al arrastre gran cantidad de materiales procedentes de las laderas y de los lechos, que necesariamente han de ir á parar á las vegas y al río Jiloca, produciendo en campos y caminos, los daños que anteriormente hemos expuesto, en el río, lagos temporales y la elevación de su lecho, y, ésta, un aumento anual muy notable de la zona de inundaciones de su importantísima vega; hecho que se ha visto de un modo muy patente en el año actual, en el que las pérdidas causadas por las avenidas de este curso de agua, se elevan á más de 500.000 pesetas.

Diapositiva núm. 9.—Representa un trozo *a* de la ladera derecha del barranco 5.º de la cuenca de recepción del torrente Rambla de la Paridera, separado de ella como consecuencia de la erosión longitudinal *b* producida por las aguas, en la garganta de este pequeño curso de agua.

Diapositiva núm. 10.—*a*, lago temporal formado en el río Jiloca, por los materiales *b*, acarreados por el torrente Rambla de Valconchan, afluente por la izquierda de este río, en una avenida que tuvo lugar en el mes de Junio de 1914.

Diapositiva núm. 11.—Puente de San Gregorio sobre el río Jiloca en la carretera de Daroca á Tortuera, cuyo arco de la izquierda está construido sobre otro puente ya soterrado por los materiales acarreados por el río, procedentes de los torrentes-ramblas que á él afluyen; estos productos van también cegando poco á poco aquella obra de fábrica (1).

III

Defensas antiguas contra las avenidas de los torrentes-ramblas en esta cuenca.

dad de los torrentes de esta cuenca y de sus daños.

De los datos consignados en documentos que hemos tenido ocasión de leer en algunos pueblos, resulta que los daños producidos en la cuenca del río Jiloca por los torrentes-ramblas, son muy antiguos, deduciéndose con facilidad la misma consecuencia del estudio de estos cursos de agua.

En todos ellos se observa, que su cuenca de recepción está desgarrada en casi toda la superficie, habiéndose formado en ella multitud de cursos de agua, que en algunos casos constituyen verdaderas conchas, y en otros, torrentillos y aun torrentes simples. La garganta es en general, muy ancha, y los conos de deyección extensos y voluminosos.

(1) En nuestra «Comunicación presentada al Congreso de Riegos de Zaragoza», páginas 38 y 39, está consignado lo que el Ingeniero de Caminos Sr. Monterde escribió en 1906 en la Memoria de un proyecto de reconstrucción de una presa en el río Jiloca, relativa á los grandes daños é inconvenientes que lleva consigo en esta cuenca el levantamiento del lecho de este curso de agua por los materiales acarreados por sus ramblas afluentes.

Las obras de defensa contra los torrentes, consisten siempre en muros longitudinales construidos en los lechos de deyección durante las 2.ª y 3.ª fase de la formación de éstos, habiéndose llevado la desembocadura de los torrentes por medio de aquéllos, unas veces, á los caminos, otras á las fincas cultivadas de las vegas y otras al río Jiloca.

Diapositiva núm. 12.—Representa el encauzamiento *a* por medio de diques longitudinales *b-b* del torrente-rambla de la Falcona, hasta desembocar en el camino de Manchones á Daroca.

Diapositiva núm. 13.—El encauzamiento *a*, también hecho por la misma clase de diques, ha llevado la desembocadura del torrente Rambla de Valmartín, á las fincas *b-b* de la vega de Daroca.

Diapositiva núm. 14.—Encauzamiento por diques longitudinales del torrente Rambla de la Paridera, hasta su desembocadura en el río Jiloca.

A pesar de los cuantiosos gastos que supone la construcción de tan importantes obras, no extrañará nadie que sepa las fases por las que pasan los lechos de deyección para llegar á su formación completa, que estas obras no hayan tenido buen éxito en ninguno de los casos en que se han empleado. Lo ocurrido tenía fatalmente que suceder, según se deduce de la teoría de la formación de estos lechos.

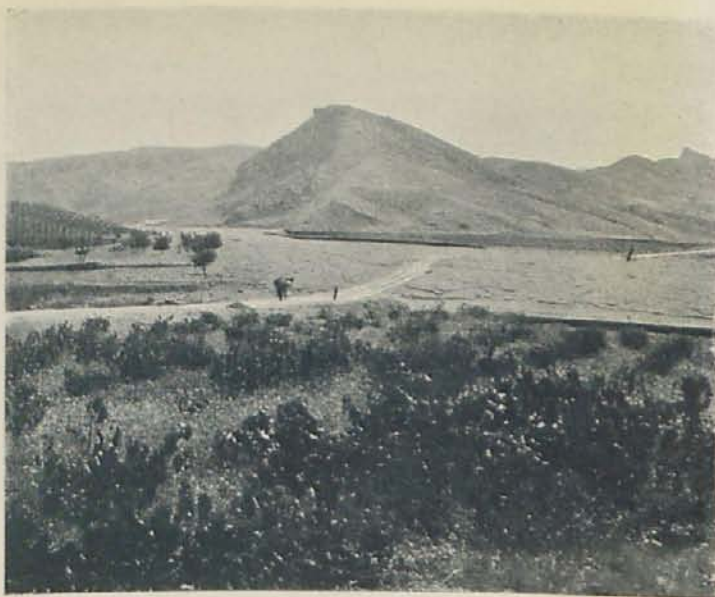
En los torrentes cuyos lechos de deyección se encuentran en la 2.ª fase, si no se hacen trabajos hidrológico-forestales en las partes superiores para detener los materiales acarreados por las aguas en las avenidas, necesariamente tienen éstos que avanzar hacia el río Jiloca, con el fin de completar la pirámide llamada de 2.ª fase, que ocupará, al final, la superficie comprendida por la prolongación en la llanura de sus dos flancos hasta su encuentro y el arco de círculo que forme, en el comienzo de los trabajos, la base del cono de divagación.

Llegado el lecho á la 3.ª fase, las deyecciones no pueden depositarse sin rellenar el canal que ocupa el intervalo de las dos márgenes formadas durante el periodo de la 2.ª fase, primero aguas abajo, después, y á medida que las deyecciones amontonadas en la parte baja detengan á las que descienden de la montaña, el terraplén se propagará hacia aguas arriba. Una vez que en un punto del canal falte profundidad, el torrente desbordará á derecha é izquierda, donde encuentre mayores pendientes, extenderá á su pie los materiales que tome de la cima de la pirámide y creará sobre el flanco atacado un pequeño cono saliente. El torrente podrá seguir entonces esta nueva dirección y formar al fin una pequeña pirámide para volver á comenzar más tarde sobre otro punto. En la parte de aguas abajo, donde se produce al principio la terraplenación, siendo muy pequeña la brecha por encima de la llanura, la pirámide se formará rápidamente. La parte inferior del lecho de deyección se transformará por esto muy pronto en un sólido, cuyas aristas tendrán la pendiente de las de la pirámide, esto es, la de compensación. El depósito subirá rápidamente en el canal hacia aguas arriba, y el torrente continuará formando nuevas pirámides sobre la de 2.ª

Obras de defensa empleadas por los particulares.

Crítica de las defensas empleadas por los particulares.

3



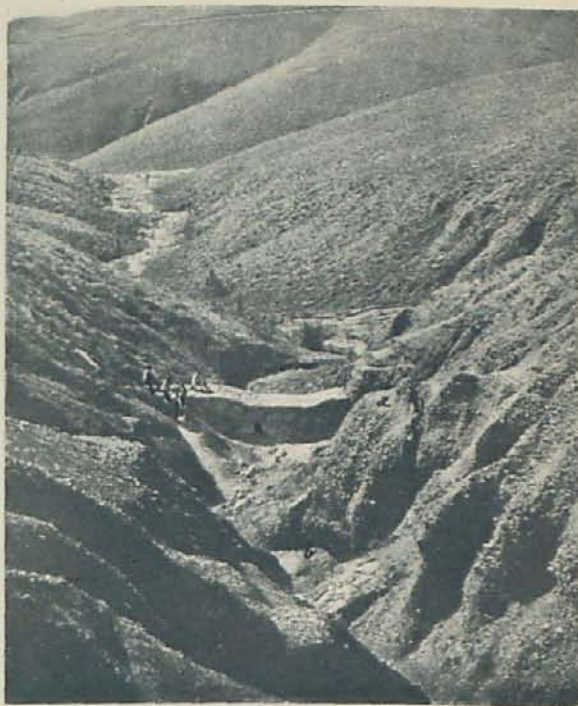
5

5
bis

7



9



10





fase. Repitiéndose estos mismos fenómenos en el transcurso del tiempo, darán lugar á la formación de un inmenso depósito, también de forma piramidal, cuyas líneas de máxima pendiente tendrán la pendiente límite de los lechos encauzados. Completada la pirámide de la 3.^a fase, los depósitos subirán en la garganta y el torrente divagará en toda su superficie.

Ahora bien; sucediendo lo que acabamos de decir durante los periodos de 2.^a y 3.^a fase de la formación de los lechos de deyección de estos torrentes, es claro que si los trabajos de defensa se limitan á levantar por muros longitudinales los dos bordes que se forman á lo largo de la cima de la pirámide de 2.^a fase, resultarán seguramente inútiles, difíciles y costosos, á causa de la pendiente excesiva de los flancos de la pirámide cerca de la cima y también de la gran longitud de ésta, desde la escotadura de donde parte hasta el punto de encuentro en la llanura.

En los encauzamientos de esta clase debe suceder, según la teoría, y así ocurre en los ejecutados en esta cuenca, lo siguiente:

Encontrándose los muros emplazados en la cima de la pirámide á tan poca distancia que no dejan entre sí más que un pequeño espacio para alojar las deyecciones que continúan el levantamiento del lecho así encauzado, la altura de los muros construídos no tarda á ser insuficiente, y para prolongar algún tiempo su eficacia hay que recrecerlos de nuevo. Muy pronto su espesor llega á ser pequeño en relación con la altura total medida desde el pie de su paramento exterior, y ya cuando los muros amenazan ruina sobre algunos puntos, hay que consolidarlos con contrafuertes exteriores; pero aun esos refuerzos son al poco tiempo insuficientes porque la amenaza de ruina se extiende á toda la longitud de cada muro. Llega, en fin, una época en que la defensa inmediata llega á ser impracticable por la exageración creciente de los gastos que exigiría, y entonces es preciso renunciar á toda defensa inferior y dejar que el torrente derribe el muro y se abra paso sobre el flanco de la pirámide y después en la llanura, sin pensar que lo que se debiera haber hecho es, llevar los trabajos desde el principio de la 2.^a fase, y, sobre todo, desde el comienzo de la 3.^a, á la parte de aguas arriba, á la cuenca de recepción y á la garganta del torrente.

Como demostración de lo que acabamos de decir, vamos á exponer las diapositivas siguientes:

Diapositiva núm. 15.—Encauzamiento del torrente de la Falcona, viéndose en la fotografía los contrafuertes que ha habido necesidad de construir para sostener los muros longitudinales.

Al llegar éste encauzamiento al camino de Manchones *a a*, fué cortado el cauce del torrente por el dique 1-1, con el fin de defender las fincas situadas aguas abajo de este mismo muro; pero como que las aguas y los aluviones del torrente entraban en las fincas y acequias del otro lado del camino, los propietarios de unas y otras construyeron el muro 2-2 paralelo á aquél, formando un canal cuya solera es dicha vía, la cual, por haber recibido gran cantidad de materiales de acarreo, se ha elevado más de 15 metros,

obligando á alcanzar esta misma altura al lecho del torrente, y más aún á los muros de sostenimiento 1-1, que á pesar de los contrafuertes se derrumban, estando en peligro inminente de ruina una gran longitud del de aguas abajo, á los dos lados de la brecha.

Diapositiva núm. 16.—En ésta se ve la desembocadura *a a* de la Rambla de la Falcona *a a*, en el camino de Manchones *b*, y el canal formado por este camino y los muros paralelos 1-1 y 2-2.

Diapositiva núm. 17.—Dique (1-1) de las dos diapositivas anteriores, en el que se ve claramente lo que se ha tenido que elevar esta obra para defender las fincas de aguas abajo; se ven también varios contrafuertes de los construídos para sostener este muro y el camino de Manchones á Daroca.

Diapositiva núm. 18.—Donde se ve en ruinas parte del dique (1-1) de las tres diapositivas anteriores, á pesar de los contrafuertes. La ruina de este dique se va extendiendo ya á bastantes metros á los dos lados de la brecha.

Diapositiva núm. 19.—Encauzamiento del torrente Rambla de Valmartín, en el que se siguió el mismo procedimiento que en el de la Falcona; pero como se llenó de gravas y arena el canal que se formó en el camino de Manchones, y el muro de aguas abajo de éste (2-2) no admitía recrecimiento por su poco espesor, las aguas y aluviones saltaban desde bastante altura y arrasaban las fincas y cosechas. El dueño actual hizo en 1914 el canal (1-1) que se ve en el centro de la diapositiva, gastando en él unas 5.000 pesetas; y como en este torrente no hay hechos trabajos de corrección aguas arriba del lecho de deyecciones, sus avenidas, siguiendo las leyes que hace un momento hemos dicho, han soterrado algunas fincas (*a a*) que se ven en la diapositiva é inundado unas 10 hectáreas de éstas y de otras limitrofes, originando la pérdida para el cultivo agrario de una hectárea de vega de un valor de 7.500 pesetas y la ruina de las cosechas de verano y otoño, cuyo importe no habría bajado de otras 10.000 pesetas. En esta misma diapositiva se ve cómo se va rellenando el canal artificial de desagüe, avanzando las gravas desde abajo hacia aguas arriba.

Diapositiva núm. 20.—Encauzamiento del torrente Rambla de Valdehinojosa en su cono de deyección en tercera fase; viéndose una brecha abierta (1-1 y 2-2) por las causas que anteriormente hemos dicho, en cada uno de los dos muros longitudinales (*a* y *b*) por las avenidas originadas por las tormentas de primavera y verano del año actual, habiéndose inundado y aterrado á los dos lados del encauzamiento en 1915, muchos metros de la carretera (*c-c*) de Zaragoza á Valencia y bastantes hectáreas de la vega *d* de San Martín del Río (Teruel).

Diapositiva núm. 21.—Acueducto proyectado y ejecutado por la Compañía del ferrocarril «Central de Aragón» en el término de Manchones, para encauzar las aguas y deyecciones del torrente Rambla de Valdemolinos y pasarlas por encima de la vía férrea á fin de impedir su inundación y aterramiento. Por no haberse tenido en cuenta las leyes que rigen el fenómeno torrencial y las fases que hemos dicho de la formación de los lechos de deyección de los to-

Diapositivas de
las obras em-
pleadas por los
particulares.

rrentes, este acueducto, á pesar de la importancia de la obra, no puede prestar el servicio para que fué construido: al romperse el muro *a* que se ve cerca de la embocadura *b* del canal del acueducto, las aguas y aluviones se dirigen por las fincas *c* que inundan y aterran, así como por la vía situada debajo del tramo *d* y por otras muchas fincas de regadío de aguas abajo de esta línea férrea.

Pero aunque el muro *a* no se hubiese roto, el acueducto quedaría inservible sino se hacen por encima del lecho de deyección del torrente trabajos de repoblación y de corrección para detener los materiales. De bajar éstos, al disminuir la pendiente del torrente-rambla como consecuencia del encauzamiento construido aguas arriba del acueducto, se tiene que llenar de materiales la parte encauzada y obstruir la embocadura, quedando esta importante obra á un lado sin funcionamiento al saltar las aguas y aluviones por encima de los muros de encauzamiento que en la fotografía se ven arruinados.

Las avenidas de este torrente han producido tres interrupciones de trenes, algunas de dos días en el año actual, por el aterramiento de la vía; habiendo ocupado los materiales en una de las de Julio hasta 80 metros de ésta, inundándose además 25 hectáreas de vega (1).

Diapositiva núm. 22.—El mismo acueducto de la Rambla de Valdemolinos, tomada la fotografía más de frente.

IV

Ligera idea de los trabajos hidrológico-forestales ejecutados en esta cuenca.

Ante la enormidad de los daños causados por el río Jiloca, y por sus ramblas afluentes, á pesar de los grandes gastos que se hacen continuamente para atenuarlos, el Estado ordenó en 1907 el estudio hidrológico-forestal de la cuenca del río Jiloca, comenzándose el mismo año con un pequeño presupuesto, dirigidos por nosotros, este estudio y la ejecución de trabajos hidrológico-forestales; habiéndose continuado unos y otros en los años sucesivos, con presupuestos algo mayores, aunque siempre pequeños en relación á la importancia del problema que hay que resolver en esta cuenca.

La solución de éste, debe comprender dos partes: la regularización de las aguas del río Jiloca y la de sus torrentes tributarios. Pero como las avenidas de aquel curso de agua son la resultante de las crecidas de éstos, — aunque dependa de las circunstancias topográficas que las crecidas elementales se sucedan ó se unan, — es evidente, que si conseguimos moderar el desagüe de los afluentes de

aquel río, habremos alcanzado la regularización de las aguas del confluyente.

Todos los torrentes de esta cuenca, son de los denominados en la parte de Levante *Ramblas*; pero tienen casi todos los caracteres de los torrentes de erosión. Se presentan grandes socavaciones en las laderas y en sus lechos; las crecidas son repentinas y violentas, á causa, más que de la pendiente — que nunca llega á la de los grandes torrentes que se estudian en las obras clásicas de corrección de estos cursos de agua, — de la deleznablez é impermeabilidad de los terrenos de la cuenca; sus pendientes varían en casi todos ellos del 6 al 12 por 100, no bajando del 2 por 100 ni aun en el lecho de deyección, sin que sean muy grandes las diferencias en la mayor parte de su curso; y hay depósito de los materiales acarreados y divagación como consecuencia de estos depósitos.

El plan de corrección de los torrentes-ramblas que se van tratando, varía según el estado de descomposición del terreno y de las pendientes de las laderas, y también, con la urgencia en la evitación de los daños que aquellos originan; pero en general, hemos planteado el problema en los términos siguientes:

Siendo la violencia de los torrentes en esta cuenca, 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 á ninguno: esto es, una acumulación de infinitamente pequeños.

Pero además de esto hay que tener en cuenta que, inundando y aterrando actualmente los terrenos del perímetro, poblados, vías importantes 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 á unos y á otras, y de no conseguirse esto por completo, que las aguas á su llegada á los lechos de deyección, tengan poca velocidad y que su caudal y los aluviones que arrastren, hayan disminuido notablemente.

Corrección de las erosiones de la cuenca de recepción de los torrentes.—Ahora bien; toda vez que la mayor parte de los materiales acarreados por las aguas provienen de las conchas que existen en los torrentes y torrentillos afluentes, es claro que ante todo debe procurarse sujetar estos aluviones, lo que se consigue fácilmente: primero, construyendo en la parte alta de las gargantas del torrente y de las conchas, uno ó dos diques, que serán, una vez que estén natural ó artificialmente aterrados, la base para la corrección de estas erosiones, y después, ejecutando esta operación, la cual consiste en colocar muretes y algunas estacadas en los barranquitos de las conchas, en rellenar los depósitos así formados con los productos del descrestamiento de las divisorias que hay entre las pequeñas líneas de reunión de aguas y con los resultantes del escalonamiento de sus laderas, llegando, á ser posible, al ejecutar los desmontes hasta los conglomerados ó brechas del terreno, y en plantar árboles de especies resinosa y sobre todo de frondosas de tres y cuatro años, en las su-

(1) Sabemos, por muy buen conducto, que la Compañía del Central de Aragón trata de abandonar esta obra desviando el cauce del torrente para que vuelva á pasar por debajo de la vía, como hizo cuando la construcción de ésta; pero tenemos seguridad absoluta de que á pesar del gasto de bastantes miles de pesetas que supone la realización de la obra, ésta resultará completamente inútil, muy pronto, sino se corrige el torrente.

perfiles estables que resulten al practicar aquellas operaciones en los aterramientos de los diquecillos expresados.

La diapositiva núm. 23 da una idea del estado de parte de la concha existente en la cabecera del torrente Rambla del Reventón, antes de la ejecución de los trabajos, y las números 24 y 24 bis, el de la misma después de la corrección de este trozo.

La diapositiva núm. 25, representa la concha de la cabecera del torrente Rambla de la Paridera, antes de su corrección, y la núm. 26, la misma parte del torrente, después de la ejecución de los trabajos.

Cuando la pendiente de las conchas no es muy grande, se procede primero al descrestamiento de las erosiones y después se plantan árboles de especies frondosas de tres á cuatro años en los terraplenes formados con los productos de los desmontes que han sido detenidos por el dique base de la corrección.

La diapositiva núm. 27, representa la concha del barranco 3.º de la izquierda de la Paridera, antes de la corrección y la núm. 28 la misma concha después del descrestamiento, viéndose los hoyos abiertos preparados para hacer la plantación.

Embalses en la cuenca de recepción y en los torrentillos afluentes.—Suprimidos los barrancos, disminuida la socavación de las laderas y detenidos en los diques los materiales de acarreo, necesariamente tiene que aumentar el coeficiente torrencial (1), y al disminuir por esta causa la pendiente de compensación (2), crece la fuerza de socavación de las aguas del torrente, y es claro, que si no se hace alguna obra para aumentar aquella pendiente, bajarían al lecho de deyección los materiales arrancados al lecho del torrente por las aguas de las avenidas.

Para aumentar el perfil de compensación que corresponde al nuevo estado de torrencialidad del torrente, hay que disminuir el radio medio, y esto se consigue rebajando la altura del agua en la sección transversal, ó sea aumentando el perímetro mojado relativamente á la superficie mojada.

La disminución de modo permanente de la altura dicha, es evidente que está reservada á la vegetación que se crea repoblando artificialmente las laderas y el lecho del torrente; pero como la repoblación de aquéllas no puede ejercer influencia sensible en la regularización de las corrientes de agua sino después de pasados unos años, y hay que asegurar lo antes posible la estabilidad de la de los lechos para que comience á ejercer acción en este mismo

sentido, se procura prolongar el desagüe de la crecida estableciendo simultáneamente embalses en la cuenca de recepción y parte alta de la garganta del torrente y en la desembocadura de sus torrentillos tributarios.

Diapositiva núm. 29.—Da idea de los embalses construidos en la parte superior de la garganta del torrente Rambla del Reventón, viéndose en primer término un dique de mampostería en seco con zampeado y contradique; después otros tres, también de mampostería en seco, y la concha de la cabecera de la cuenca de recepción corregida y plantada de especies resinosas y de hoja plana de tres años de edad.

Diapositiva núm. 30.—Representa otro embalse construido en la concha del segundo barranco de la cabecera del torrente Rambla de la Paridera.

Diapositiva núm. 31.—Representa un dique de embalse en la desembocadura del torrentillo denominado Barranco primero de la izquierda del torrente Rambla del Reventón.

Aumentada por medio de estos embalses la pendiente de compensación del torrente, viene como consecuencia la estabilidad de una gran parte del lecho, en la que, comenzando por la parte superior, se va introduciendo poco á poco vegetación de hoja plana del mayor tamaño posible.

Acción benéfica de las especies frondosas plantadas en el lecho de los torrentes.—La acción benéfica de las especies frondosas plantadas en los lechos de los torrentes-ramblas y de los torrentillos en las avenidas de estos cursos de agua, no puede ser más patente. La mayor parte de los arbolitos que hay actualmente en esos lechos, tienen su parte inferior descortezada por aguas arriba, cuyo efecto no puede producirse sin disminuir la fuerza viva de la corriente, pérdida que llega á ser muy grande, por quebrarse esa fuerza en cada uno de los muchos pies que hay plantados en los lechos de los torrentes.

Otro de los efectos beneficiosos que producen esos árboles, y que se ve muy claro en todos los torrentes tratados, es el de distribuir el agua de la avenida por todo el ancho del lecho, originando esta reducción en la altura del agua la disminución del radio medio, y con ésta el aumento de la pendiente de compensación, y, por lo tanto, un depósito de materiales, que de otro modo irían á parar al lecho de deyección del torrente ó al río Jiloca. La misma pérdida de la velocidad, por la disminución de la altura del agua, favorece la filtración de ésta en provecho de la vegetación misma.

Diapositiva núm. 32.—Da idea de la repoblación de una parte del lecho del torrente Rambla de la Paridera con especies frondosas. En este sitio nos propusimos fotografiar también el pie de los arbolitos, para mostrar los descortezamientos producidos en la parte de aguas arriba por las avenidas del torrente; pero por ser pequeñas sus dimensiones no se pueden ver en la diapositiva.

Embalses en la parte inferior de la garganta del torrente.—Pero, á pesar del aumento de la pendiente de compensación, debido á los embalses y plantaciones dichas, no puede evitarse que, como consecuencia de la impermeabilidad del terreno de las laderas, haya durante bastante tiempo acumulación de aguas en la parte media, y, sobre

(1) $K = \frac{\pi}{\pi + \frac{1}{2}(d - \pi)}$, en la que K es igual al coeficiente torrencial, π el peso del metro cúbico de agua; $\frac{1}{2}$ un coeficiente cualquiera mayor ó menor que la unidad que representa la relación entre el volumen sólido y el líquido de la corriente, y d el peso del metro cúbico de los materiales arrastrados por las aguas.

(2) $p = \frac{W^2}{K^2 B^3 R}$; en esta fórmula, p representa la pendiente de compensación, W la velocidad límite correspondiente á los más gruesos materiales acarreados, K el coeficiente torrencial, B el factor de la velocidad, y R el radio medio. (E. Thiery, «Restauration des Moutagnes», págs. 29 y 34).

todo, en la baja de los torrentes; y como en las altas se ha aumentado el coeficiente torrencial al disminuir los acarreos, necesariamente habría en aquellos sitios socavación, y en los lechos de deyección inundaciones.

Para evitar esto, se establecen en la parte inferior de la garganta del torrente dos ó más diques para embalse de aguas, regulándose el desagüe por medio de las alcantarillas que llevan estas obras. Claro es, que, al fin de un cierto tiempo lo mismo estos diques que los que situamos para embalse en las cuencas de recepción y en la parte inferior de las gargantas de los torrentes y torrentillos y en las desembocaduras de estos, se llenarán de acarreos y dejarán de funcionar como depósitos para embalse de aguas; pero para entonces ya no serán necesarios, porque la vegetación habrá tomado posesión de las laderas y de los lechos y ella misma regulará el desagüe de las avenidas. Además, construídos los diques en la cuenca de recepción y en las partes superior é inferior de la garganta de los torrentes, á ser posible económicamente, de modo que la línea que une la coronación de uno de ellos con el pie del inmediato superior, tenga la pendiente de compensación correspondiente al estado de torrencialidad del torrente al comienzo de los trabajos de corrección, funcionarán estas obras después del aterramiento de su vaso, como diques de regularización y en algunos sitios como de consolidación, contribuyendo también en este estado á la moderación del desagüe por la gran cantidad de agua que pasa lentamente por las alcantarillas, á causa de su filtración en los aterramientos de los diques.

Diapositiva núm. 33.—Dá idea de dos embalses construídos en la parte baja de la garganta del torrente Rambla de la Paridera. Los dos son de obra mixta de mampostería ordinaria y en seco, de 7,50 metros de altura total el primero, y de 6,25 el segundo, siendo las longitudes en la coronación, de 20 metros, y de 23,50 metros respectivamente, cubicando el inferior 240,740 metros cúbicos y el superior 205 metros cúbicos.

Diapositiva núm. 34.—Representa el embalse número 1, construido en la parte inferior de la garganta del torrente Rambla del Punzón. Tiene 9,25 metros de altura total, y 14 metros de longitud en su coronación; es de mampostería mixta como el anterior y cubica 260,017 metros cúbicos.

Diapositiva núm. 35.—Dá idea del embalse número 2, construido también de mampostería mixta en la parte inferior de la garganta del torrente Rambla del Punzón. Tiene 7,65 metros de altura total y 10,80 de longitud en la coronación y cubica 178,053 metros cúbicos.

Los cuatro diques se apoyan, lo mismo inferior que lateralmente, en roca dura.

Sintetizando, podemos decir que este procedimiento se reduce á lo siguiente:

Primeramente, se detienen en la cabecera de la cuenca del torrente 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 acarreos de la corriente, le sucede lo mismo á la relación entre el volumen sólido y el líquido de la corriente, ó sea

φ de la fórmula $K = \frac{\pi}{\pi + \varphi(d - \pi)}$ (1), aumenta el coeficiente torrencial K y con este aumento disminuye la pendiente

de compensación $p = \frac{W^2}{K^2 B^2 R}$ (2), ó lo que es lo mismo,

aumenta la fuerza de socavación de la corriente aguas abajo de los diques base de la corrección de las conchas, es claro, que de no construir 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 compensación, lo único que se puede hacer, según puede verse en la fórmula (2), es disminuir el radio medio R , y esto se logra alargando la duración del desagüe, ó sea disminuyendo la altura del agua, ya que $R = m H$ (3) en la que m es el coeficiente de forma y H la altura del agua.

Para conseguir la disminución de ésta, se construyen embalses en la parte superior de los torrentes y torrentillos y en las desembocaduras de estos; y como al aumentar la pendiente de compensación por la disminución del radio medio, viene la fijeza del lecho en muchas partes de éste, se va introduciendo en ellas poco á poco vegetación de hoja plana, que según vaya arraigando, contribuirá, á su vez, ensanchando la corriente, á la disminución de dicho radio.

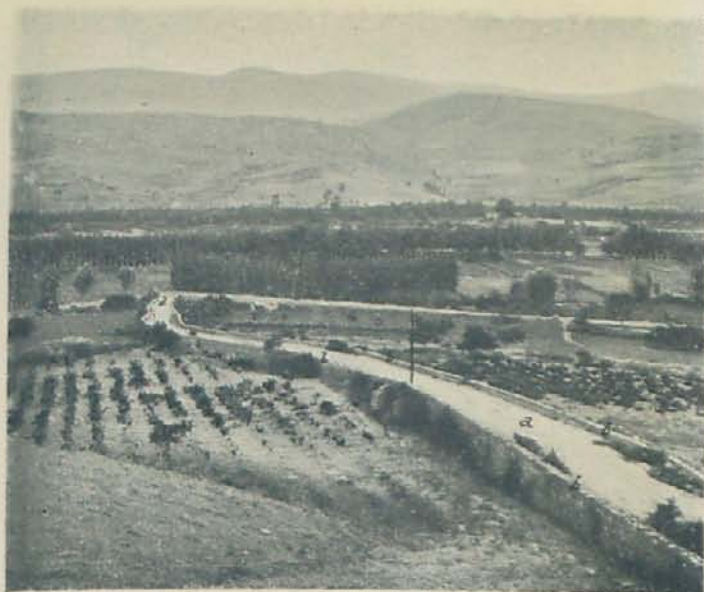
Pero aun así, debido á la impermeabilidad y pendiente de las laderas que vierten directamente en el cauce del torrente y á que la vegetación que se coloca en ellas tarda unos años en ejercer su acción moderadora en las avenidas, no es posible evitar que se acumulen rápidamente las aguas de las tormentas en las partes medias é inferior 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 unos embalses donde se depositan las aguas, cuya salida se regulariza por las alcantarillas que llevan estas obras.

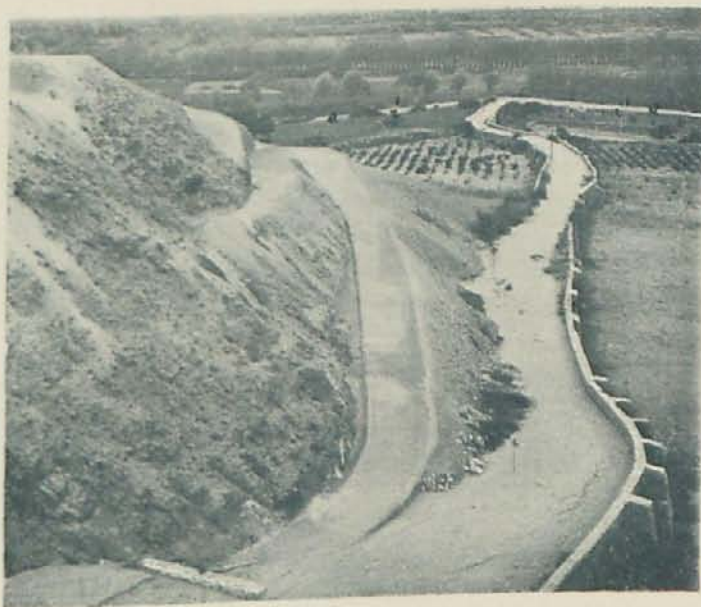
Sólo ha ocurrido un caso, el del torrente Rambla del Reventón (Daroca), donde no se ha podido establecer estos embalses, por pasar el terreno firme en los sondeos de cinco metros de profundidad, y tener que ser los diques en este sitio de gran cubicación y coste; y entonces, para evitar la socavación del lecho en la parte inferior de la garganta y regular en ésta el desagüe de las avenidas, hemos empleado otro sistema que también ha dado buenos resultados.

Este consiste en construir en las orillas del lecho del torrente y perpendicularmente á su dirección, unos espigones de mampostería ordinaria ó de hormigón—aprovechando para la confección de éste los materiales arrastrados por el torrente que se hallan en el sitio de emplazamiento—, 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

Corrección
espigones
banquetas.



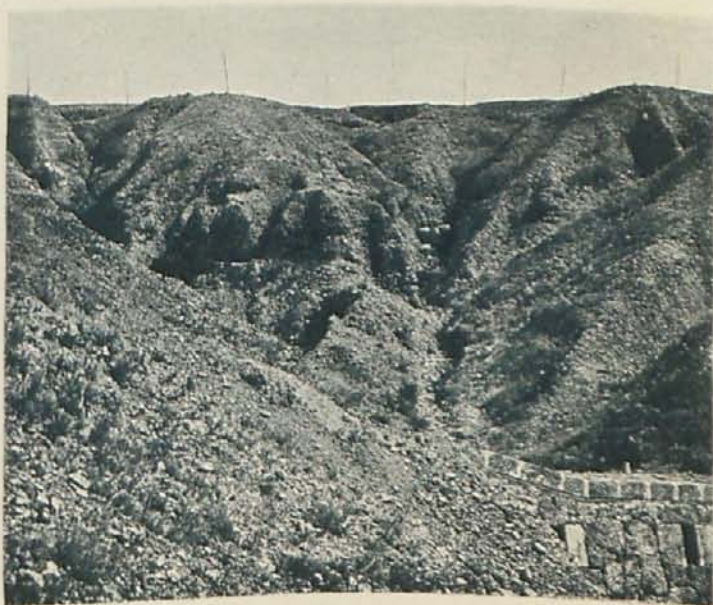
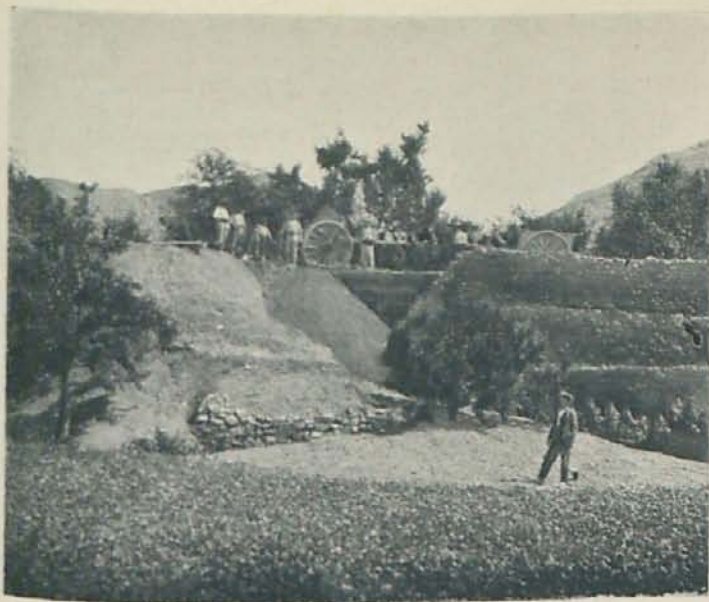
15



16









por cada uno de los lados de aquellas, hacia los dos espigones de las orillas situados más abajo, cuyos obstáculos vuelven á funcionar como el par análogo superior y llevan la corriente á la segunda banqueta de las construídas en medio del lecho, y así sucesivamente.

Los espigones vienen á tener un metro de altura total, variando su longitud con la anchura del lecho.

Diapositiva núm. 36.—Dá idea de este sistema de corrección. En ella se ven los espigones y banquetas y la vegetación que se ha introducido defendida por estas obras.

Fundamento de este sistema.—Este procedimiento de corrección, lo hemos basado en que, dependiendo la potencia de excavación principalmente de la velocidad de las aguas, todo cuanto tienda á disminuir ésta, aminorará también el trabajo de la fuerza de erosión.

La disminución de la velocidad se consigue por este procedimiento de dos modos: reduciendo á 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 á 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 éstas además al abrigo de la socavación, por impedir los espigones á la corriente que siga la dirección de una de ellas, como necesariamente tenía que suceder, faltando estas obras, obedeciendo la corriente á las leyes de la hidráulica torrencial.

La acción eficaz de los espigones, es función de su longitud, y de ésta depende, por lo tanto, la distancia que debe haber entre ellos en el sentido del eje del torrente, debiendo quedar la banqueta, aproximadamente, en la parte central del espacio ocupado por cada cuatro espigones. En el torrente del Reventón, éstos se han colocado á unos 10 metros próximamente de las banquetas en el sentido de dicho eje, habiéndose deducido esta distancia del resultado de los ensayos hechos durante las avenidas de 1914 y 1915 del mismo torrente.

El resultado del empleo de estas pequeñas obras ha respondido hasta la fecha perfectamente á los cálculos que habíamos hecho, habiéndose visto claramente la eficacia del procedimiento, aun en las avenidas mayores y más violentas del año actual. La economía en la corrección de este torrente, también ha resultado muy grande.

Cuando el lecho del torrente tenga poca latitud, habrá que suprimir las banquetas y colocar los espigones en un sólo lado á la distancia conveniente, según la anchura del lecho. En este caso, los espigones afectarán poco á la masa, pero sí á la velocidad; primero por ser mayor el camino recorrido por el agua en la unidad de tiempo, después por el choque contra estas obras, y, por último, por la perturbación que llevan al fenómeno torrencial.

Al abrigo de estas sencillas construcciones se va introduciendo poco á poco en el lecho del torrente vegetación arbórea de especies frondosas, que es la que definitivamente fijará esta parte de la superficie de la cuenca.

Repoblaciones.—Además de las construcciones hasta ahora descritas y simultaneando con ellas, se van re-

plando con especies resinosas las laderas del torrente y de los torrentillos afluentes, y se completa con frondosas la repoblación de los lechos de uno y otros y la de los barranquitos de pequeña importancia que se van haciendo estables con la vegetación natural.

Procedimiento de repoblación y corrección que denominamos de laderas cortadas por fajas en contrapendiente.—Los procedimientos que se siguen en esta cuenca para la repoblación de las laderas son ordinariamente los generales, pero donde se puede emplear el arado—aunque lo arrastre ganado vacuno—para las labores de preparación del terreno para las siembras y plantaciones, y, además, hay que ahorrar obras de fábrica para la corrección de los torrentes, por escasear la piedra del tamaño necesario para la construcción de diques de alguna importancia, hemos empleado el procedimiento que denominamos de *laderas cortadas por planos en contrapendiente*, el cual es parecido al de fajas alternas usado comunmente en las repoblaciones, pero más económico y que sirve para repoblar y corregir al mismo tiempo el torrente, lográndose esto sin necesidad de hacer los grandes gastos que lleva consigo el abancalamiento de laderas.

Consiste este procedimiento en cortar éstas por una serie de planos de unos 0,50 metros de anchura en contrapendiente, formando fajas que se dividen en trozos de unos 10 metros de longitud por caballones colocados en el sentido de la máxima pendiente y que se construyen con los céspedes que resultan al hacer la labor de arado, operación previa para su preparación para las siembras.

Los planos en contrapendiente se hacen, abriendo con el arado romano tres surcos que siguen aproximadamente las líneas de nivel del terreno y ensanchando á continuación la faja hasta llegar aproximadamente á los 0,50 metros; después se arreglan las tierras para la siembra, teniendo cuidado de colocar los céspedes y piedras resultantes en la parte inferior del plano en contrapendiente, el que por tener poca anchura dá lugar á un solo pequeño terraplén en este sitio, que es, por este motivo, poco erosionable.

Preparada la faja se procede á la siembra, que se hace en golpes espaciados de un metro á 1,50 metros, soltando en el intermedio de ellos al hacer la operación, algunas semillas que se cubren al mismo tiempo que las de aquellos, con el fin de aumentar con poco gasto la densidad de la siembra si fallasen algunos golpes.

Con este procedimiento, cuyo ensayo en pequeño hemos hecho con resultado muy satisfactorio en la ladera izquierda del torrente Rambla de Valmartín, se consigue recoger en las fajas cultivadas no sólo el agua que cae directamente en éstas, sino también mucha de la que se vierte en los planos inclinados de las incultas, resultando un beneficio muy grande para el nacimiento y desarrollo de las plantitas, y también una gran disminución del caudal de avenidas y de la potencia de excavación y de arrastre de las aguas de estas en la garganta del torrente.

Trabajos de conservación en las repoblaciones contra la sequía.—Lo mismo en este procedimiento que en los generales de repoblación de las laderas, damos muchísima im-

portancia á los trabajos de conservación, practicando las escardas y binas necesarias y manteniendo constantemente mullida la capa superficial con el fin de favorecer la filtración del agua de lluvia y la aereación de las raicillas de las plantitas, y evitar las pérdidas de agua por capilaridad, que en los terrenos arcillosos son muy grandes. En una palabra, practicamos, hasta donde es posible en la lucha contra la sequía, el cultivo del Dry-farming, que hasta ahora nos ha dado excelentes resultados.

Diapositivas de repoblaciones.—La diapositiva núm. 37, representa una parte de la ladera del torrente Rambla de Valmartín, cortada por planos en contrapendiente preparados para la siembra.

Diapositiva núm. 38.—Da idea de otra parte de esta misma ladera, ya repoblada con pinos de un año por este sistema, habiendo nacido las plantitas y tenido su desarrollo el primer año con sólo 151 milímetros de lluvia.

Diapositiva núm. 39.—Representa un trozo repoblado de pino negral en la ladera derecha del torrente Rambla del Reventón.

Diapositiva núm. 40.—Es de un pino negral (P. pinaster Sol.) procedente de una siembra hecha en 1908 en la ladera derecha del torrente Rambla del Reventón. Tiene 3,15 metros de altura, habiendo crecido en el año actual 1,15 metros. Es el pino más alto de los que existen en las repoblaciones ejecutadas.

Enumeradas ya las distintas clases de trabajo que entran en la corrección de los torrentes que tenemos en tratamiento en la cuenca del río Jiloca, debemos añadir, que en nuestro sistema damos la preferencia, sobre los demás trabajos, á los de repoblación, por las dos razones siguientes:

1.^a Porque siendo los lechos de los torrentes muy anchos y los cauces muy abiertos y estando el terreno firme para la cimentación de los diques, en la mayor parte de su curso, á bastante profundidad, la cubicación de cada uno de los de regularización que se tendrían que emplear para impedir la socavación del lecho y de las márgenes y para moderar el desagüe de las avenidas, sería muy grande; y ésto, unido á que en unos casos faltaría en absoluto la piedra en la garganta y cabecera del torrente y en otros estaría muy lejos de los emplazamientos de los diques, los gastos de corrección ascenderían muchísimo, sobrepasando su importe muchas veces al valor de lo defendido, á cuyo caso, en nuestra opinión, sólo se debe llegar excepcionalmente; y

2.^a Porque la gravedad del problema torrencial en la cuenca del Jiloca está, más en el abarrancamiento de las laderas, debido á la deleznablez de los terrenos que entran en su constitución, que en su impermeabilidad y en la cantidad de precipitados que caen en la cuenca de los cursos de agua; y nada hay que defienda mejor el suelo contra el abarrancamiento, que la vegetación arbórea y arbustiva.

Las dos afirmaciones contenidas en este párrafo son muy fáciles de probar.

En efecto: sabemos que, cuando llueve sobre las pendientes superiores de una cuenca, una gota de agua se une á otra y camina lentamente, detenida por cada grano de tierra, hasta que llega al primer surco origen del thalweg; después el surco se convierte en canal, y el agua, reunida en cantidad notable, acelera su velocidad aunque la pendiente disminuya, á causa de que el rozamiento del agua sobre sí misma, es menor que el de este líquido contra la tierra.

Por esta razón, cualquiera que sea la pendiente de las laderas, la capa pluvial no toma una velocidad sensible más que en el momento que el agua comienza á reunirse en los surcos, los arroyos ó los barrancos. Hasta entonces, el agua no corre, se arrastra. Para que haya corriente y velocidad, es preciso que haya un depósito inclinado ó un thalweg.

No hay superficie más lisa que la del vidrio, ni mayor pendiente que la vertical, y, sin embargo, la vista sigue sin trabajo alguno sobre los cristales, el descenso de una lluvia repentina de tempestad, mientras que en un canal regular con sólo una inclinación del 10 por 100, el agua corre como una flecha, perdiéndose de vista. Una gota de agua aislada, queda suspendida verticalmente sin caer; se ve aún una masa de agua precipitada en cascada, detenerse en su caída á medida que el aire la divide. Si la altura del salto es muy grande, el arroyo completamente detenido en el aire, se cambia en una ligera nube, que el viento lleva de un lado á otro y que colora el arco-iris. Todos estos hechos confirman la opinión de que, *cualquiera que sea la pendiente, el agua no adquiere ni conserva velocidad, más que con la condición de adquirir y de conservar masa.*

Esta observación es muy importante, porque da la razón del verdadero papel de los montes en la salida de las aguas de lluvia. No es tanto por la acción directa ejercida sobre toda la superficie del suelo que ocupan, es principalmente porque impiden el ahuecamiento de surcos donde las aguas se reúnen en las laderas, en una palabra, es por lo que se oponen al abarrancamiento de éstas, por qué los montes retardan la salida superficial ó arroyamiento y regularizan las aguas torrenciales.

Y que los montes ejercen esta beneficiosa influencia es indudable; se realiza en todas las circunstancias de suelo, de pendiente, de clima, etc.

Opinión de Belgrand.—Mr. Belgrand, el sabio hidrático, Ingeniero de Puentes y Calzadas, que por insuficiencia y defectos en la experimentación, como en su día probaremos, dedujo consecuencias poco favorables á la acción de los montes de especies frondosas en la regularización de las corrientes de agua, dice en las páginas 405 al 409 de su notabilísima obra *La Seine Etudes hydrologiques*, 1872:

«Acción de los montes sobre el abarrancamiento de las tierras.—Las aguas pluviales abarrancan fácilmente las tierras en las grandes pendientes hechas sueltas por el cultivo, sobre todo, cuando el suelo es impermeable. Se encuentran barrancos sobre las pendientes de las arci-

Influencia del abarrancamiento en las avenidas de los torrentes.

Influencia principal de los montes en la regularización de las corrientes de agua; su acción en el abarrancamiento de las laderas.

llas del Auxois ó del granito de Morgan. A continuación de las grandes lluvias, se observa siempre un amontonamiento de tierra detritica en la parte baja. Se ha visto antes, cuáles son las modificaciones en la forma del fondo de los valles que resultan de la acción incesante de las lluvias sobre los terrenos sueltos.

»Existen barrancos, aun sobre las pendientes despobladas de los terrenos más permeables, como la creta de la Champagne. Yo he recorrido en todos los sentidos la cuenca del Sena y jamás he hecho constar la existencia de un barranco en una ladera poblada.

»Pero los montes disminuyen muy notablemente el volumen de las materias terrosas transportadas por los cursos de agua, puesto que impiden el abarrancamiento de los terrenos sueltos, y, es preciso reconocerlo, el desgaste del suelo es más de temer que los daños causados por las inundaciones.

»Los montes y los prados naturales fijan completamente la superficie del suelo. Es raro, aun después de fuertes lluvias, ver rastro del paso de las aguas sobre las tierras ocupadas por estos cultivos.»

Opinión de Mr. Cezanne y experiencias de Mr. Forster. El contenido de los párrafos que acabamos de copiar de una de las obras más modernas y mejores de las escritas por Belgrand, relacionado con lo que anteriormente hemos dicho, prueba ya claramente la influencia de los montes en el abarrancamiento de las laderas, en la regularización de las corrientes de agua y en la conservación de los pantanos de riego. Pero la prueba más concluyente y más palmaria de esta influencia, se encuentra en las experiencias de Mr. Forster, cuya nota original inserta en *Année des Sciences*, 20 de Noviembre de 1859, y en *Annales forestières*, año 1859, pág. 358, la resume Mr. Cezanne, Ingeniero de Puentes y Calzadas de Francia y continuador de la obra clásica de Mr. Surell, también de tan esclarecido Cuerpo: *Etude sur les torrents de Hautes-Alpes*, en el tomo segundo de la última edición de este libro, diciendo en su página 146 lo siguiente:

»No es aquí después de la lectura del Estudio sobre torrentes de los Altos Alpes, donde se pedirá probar que los montes se oponen al abarrancamiento; he aquí, sin embargo, una observación interesante que tiene la precisión de una experiencia de laboratorio. La nota original de Mr. Forster puede resumirse así:

»Las observaciones se han hecho sobre una vertiente inclinada á 45° que se divide en tres partes.

»La primera, cubierta desde la cima hasta el thalweg, de un buen monte de encinas y de hayas.

»La segunda, completamente desnuda.

»La tercera, en fin, desnuda en la parte superior; pero en la baja, á lo largo del arroyo, se había conservado una faja poblada que subía hasta la cuarta parte de la altura de la ladera y varía de 400 á 500 metros.

»En la primera, que está totalmente poblada y ocupa las $\frac{6}{7}$ de la superficie total, no hay un solo barranco.

»En la segunda, totalmente desnuda, que no ocupa ni aun la décima parte de la superficie total, hay tres barrancos de los que Mr. Forster ha medido de 50 en 50 metros, las secciones crecientes desde la cima hasta el thalweg; y para el más considerable de estos barrancos, la sección aumenta según se desciende desde 0 á 75 metros cuadrados. La sección total de los tres barrancos en la desembocadura, es de 190,50 metros cuadrados.

»En la tercera parte, que está despoblada, salvo una faja, y cuya superficie es igual á la de la segunda, se han formado cuatro barrancos que van aumentando desde la cima hasta llegar á la faja poblada. Llegados á este punto, los barrancos se reducen. Las secciones de estos cuatro barrancos dan las medidas siguientes:

	En la parte alta á la entrada del monte. Metros cuadrados.	En la parte baja á la salida del monte. Metros cuadrados.
1.º barranco.....	22,50	16,50
2.º »	7,50	2,00
3.º »	3,40	El barranco se ha perdido en el monte.
4.º »	75,00	
Totales.....	108,40	93,50

»Estas cifras, sigue hablando Mr. Cezanne, son muy demostrativas: ellas prueban que los montes extinguen y borran los pequeños torrentes y que impiden á los grandes aumentar ó les obligan á reducirse, y esto á pesar de la potencia que las aguas ya reunidas adquieren en su descenso.

»Las secciones de abarrancamiento medidas en la parte inferior de cada una de las laderas de igual extensión, que están la una total y la otra parcialmente despoblada, están entre sí como 190,50 : 93,50 metros cuadrados; es decir, que ha bastado una faja de monte que ocupa una cuarta parte de la altura de una de las dos laderas, para reducir á la mitad la sección de sus barrancos. Si se llegase á medir la acción inundante (1) sobre estas dos laderas, es evidente que sería mucho más débil del lado de la faja poblada, donde la sección abarrancada es menor, que del lado de la ladera enteramente desnuda.»

Deducciones de esta experiencia. — Demostrado ya que la gravedad del problema torrencial en la cuenca del Jiloca se halla en el abarrancamiento de las laderas, y que la mejor y más económica defensa contra él es la del arbolado, que no sólo evita la formación de torrentes, sino que reduce y hasta extingue los ya formados, no se ve bien clara la razón de ser del predominio que damos á la repoblación forestal sobre los demás trabajos hidrológico-forestales en el procedimiento empleado para la corrección de los torrentes-ramblas de esta cuenca. Y generalizando

(1) Véase *Etudes expérimentales sur les inondations*, por MM. Jandel, J. B. Cantegril y L. Belland, pág. 10.

sobre estas deducciones, ¿podrá nadie dudar de la conveniencia de proceder á la repoblación de las cabeceras de las cuencas hidrográficas de nuestra querida España?

V

Resultados obtenidos de los trabajos realizados en la cuenca del río Jiloca.

Los resultados obtenidos de los trabajos realizados en los ocho torrentes-ramblas que actualmente se hallan en tratamiento hidrológico-forestal en esta cuenca, son, en nuestra opinión, satisfactorios, demostrándolo el hecho de que ninguno de estos cursos de agua ha inundado y soterrado las fincas, los poblados, ni los caminos que atraviesan ó están próximos á sus márgenes, mientras que todos los demás de la cuenca han producido, sólo en 1915, daños valorados en cientos de miles de pesetas en los sitios á donde alcanza su radio de acción, probando que se debe la inmunidad de aquellos poblados, fincas y caminos á los trabajos hidrológico-forestales realizados y no á otra cosa, el hecho de que los torrentes-ramblas situados en las inmediaciones de los sometidos á tratamiento hidrológico-forestal, y más aún los que ocupan posición intermedia entre dos de los tratados, han hecho daños muy importantes, como lo demuestran las diapositivas siguientes:

Diapositiva núm. 41.— Representa los aterramientos producidos en varias fincas de la vega de Daroca por las avenidas de 1915 del torrente-rambla de Valmartín, en el que no se han hecho trabajos de corrección de torrentes y de su cuenca; sólo se habían repoblado hasta mediados de Septiembre, época en que cesaron las tormentas, unas 10 hectáreas. El torrente-rambla de la Falcona, próximo á aquél, en tratamiento, aunque no completo, no ha causado daño alguno en las fincas que se hallan dentro de su radio de acción, habiéndose salvado las cosechas de este año, que valdrán unas 10.000 pesetas.

Diapositiva núm. 42.— Representa los aterramientos producidos por el torrentillo Barranco de Pilatos, que ha soterrado el camino de Manchones á Daroca, a, y una finca, b, situada aguas abajo de esta vía, destruyendo la cosecha de judías en bastante extensión é inundando el resto de este predio y otros colindantes.

Este torrentillo, en el que no se han hecho trabajos hidrológico-forestales, está situado entre los torrentes Rambla de la Paridera y Rambla de la Falcona, las dos en tratamiento; y á pesar de que éstos son de cuenca muchas veces superior á las del torrentillo expresado, no han ocasionado daños en la vega de Daroca, habiéndose además encauzado en sus deyecciones el primer torrente, con lo cual ya no desborda por el camino de Manchones, que atraviesa antes de su desembocadura en el río Jiloca. En este punto, el perfil del torrente se ha transformado de convexo en cóncavo. Las cosechas salvadas en 1915 por los trabajos hidrológico-forestales realizados en el torrente-rambla de la Paridera, pueden valorarse en más de 15.000 pesetas.

Diapositiva núm. 43.— Representa los aterramientos a

llevados al camino b-b de Daroca á Manchones, por el torrentillo de cuenca muy pequeña, sin tratamiento alguno, denominado Barranco del Cerrado del Hospital por una de sus avenidas en 1915.

Este torrentillo está situado entre los dos torrentes-ramblas en corrección denominados Rambla de la Paridera y Rambla del Punzón, los dos de muchísima mayor cuenca que aquél, y sin embargo, éstos no han inundado ni aterrado el camino de Manchones ni finca alguna; y hemos de hacer notar, que la segunda de las dos ramblas no desagua directamente en el río Jiloca, sino en unas fincas de la vega, á pesar de lo cual, en éstas se ha recogido la totalidad de su cosecha.

Diapositiva núm. 44.— Representa los materiales llevados á la carretera de Zaragoza á Valencia por el torrente-rambla de la Pesquera, en el que no se han hecho trabajos hidrológico-forestales en sus avenidas de 1915, á consecuencia de las cuales, han tenido que abrir este verano los camineros paso para el tránsito ocho veces; habiendo actualmente más de 1,50 metros de altura de aluviones en la cuneta de aguas arriba de esta importante vía.

El torrente en corrección Rambla del Reventón, próximo al de la Pesquera y de cuenca mucho mayor y más erosionada, sólo ha cargado debajo de la clave del arco del pontón de la carretera de Zaragoza á Valencia en todo el año, 39 centímetros; y para esto, hay que tener en cuenta que el mayor de los torrentillos afluentes del torrente del Reventón, no ha podido ser tratado hasta la fecha, por ser su cuenca de propiedad particular; y también que el dueño de unas fincas que lindan con el torrente en su parte inferior, ha estrechado el cauce del torrentillo por medio de muretes de tierra suelta de la misma rambla, y es claro, que, á la menor avenida del torrentillo, éste se abra cauce mayor y los productos de los muretes van á parar al cauce del torrente y después á la parte inferior de su curso. Aun en estas desfavorables condiciones y con sólo 67 centímetros de flecha que medimos en Octubre de 1914, han podido pasar por debajo del pontón todas las avenidas de este torrente, probando esto la lentitud con que han desaguado. Antes de realizarse trabajos de repoblación y de corrección en este torrente, sólo una de las avenidas, bastaba para cegar el pontón por completo, saltando las aguas por encima de las márgenes, para ir á parar á la ciudad de Daroca, que muchas veces ha sufrido daños importantes, por las avenidas de este curso de agua.

VI

Parte económica del problema.

Expuesta ya la parte técnica del problema hidrológico-forestal de la cuenca del río Jiloca, queda sólo tratar de la económica, que también voy á desarrollar del modo más breve posible.

No creemos que revista gravedad excepcional la parte económica de este problema. Es evidente, que por no haber gran número de montes públicos dentro de la cuenca,

Extensión de los trabajos hidrológico-forestales en la cuenca del Jiloca y en la de sus torrentes tributarios.

26



36



37





42



43





será necesario expropiar bastantes hectáreas de terreno para ejecutar en ellas trabajos hidrológico-forestales; pero ni esa extensión es muy grande, relativamente á la extensión de la cuenca, ni su valor es exagerado.

Contra lo que opinan algunos técnicos, afortunadamente no especialistas en estos trabajos, cuando se trata de obtener la regularización de las aguas de un río importante por trabajos de repoblación de montes y de corrección de torrentes, no hay necesidad de llevar la realización de estas dos clases de trabajos á la mayor parte de la superficie de la cuenca; ni cuando se corrige un torrente hay que ejecutar trabajos de repoblación y de corrección en la extensión total de sus laderas y en toda la longitud de su curso.

En el mismo caso que estudiamos, aun siendo innegable que abundan bastante en la cuenca los torrentes-ramblas, no es menos cierto que son relativamente pocos aquellos en los que hay que realizar trabajos intensos de repoblación y de corrección; que bastantes de estos cursos de agua, como sucede con los que actualmente tratamos, tienen la zona de defensa en montes públicos, y que los trabajos de corrección de torrentes sólo afectarán en la generalidad de los casos, á una parte relativamente pequeña de la longitud del lecho.

También el coste de los trabajos hidrológico-forestales se ha elevado por algunos en cantidades exageradísimas; pero esto está muy lejos de la verdad, y para probarlo, voy á daros un resumen de los gastos por hectárea hechos y presupuestos en Francia hasta el 1.º de Enero de 1909 para las repoblaciones de montes y la corrección de los torrentes dirigidas por el brillante Cuerpo de Ingenieros de Montes de esta nación, tomando los datos de la primera parte de la publicación oficial del Ministerio de Agricultura, titulada: *Restauration et conservation des terrains en montagne*, publicada en París el año 1911.

Regiones.	TRABAJOS EJECUTADOS POR				
	El Estado.			Las comunidades.	Los particulares.
	Gastos por hectárea (Francos).			Gastos por hectárea (Francos).	Gastos por hectárea (Francos).
	De repoblación.	De corrección.	Totales de repoblación, de corrección, auxiliares y diversos.	De repoblación.	De repoblación.
Alpes.....	193	207	488	126	102
Cevennes y meseta central.....	177	10	247	119	83
Pirineos....	212	195	506	252	180
Departamentos diversos.....	"	"	"	176	100

De los mismos estados se deducen también los cuadros siguientes:

GASTOS PROMEDIO DE REPOBLACIÓN POR HECTÁREA EN TRABAJOS HECHOS POR

El Estado. Francos.	Las comunidades. Francos.	Los particulares. Francos.
189	136	88

	Francos.
Promedio de los gastos por hectárea de repoblación, en los trabajos hechos por el Estado, comunidades y particulares.....	157
Promedio de los gastos de corrección por hectárea en todos los departamentos en los que se han realizado estos trabajos por el Estado.....	143
Promedio de los gastos por hectárea de repoblación, corrección, auxiliares y diversos en los trabajos ejecutados por el Estado.....	412
Media aritmética de los gastos por hectárea presupuestos por el Estado para repoblación, corrección, auxiliares y diversos en 216.843 hectáreas que posee y en 177.365 hectáreas que se propone adquirir, incluyendo en aquellos el valor de estas hectáreas, que presupone en 47599957 francos.....	382

Observad cuán lejos están aún los máximos de gastos por hectárea repoblada ó corregida, y más todavía los totales de los realizados en esta unidad superficial, de los miles de pesetas que muchos de vosotros habréis visto consignados en libros y folletos escritos por los detractores de los montes para las mismas unidades de trabajo, con el sólo objeto de desviar la opinión de la gran obra de la regeneración forestal de España: comparad la enorme diferencia que hay entre los terribles torrentes de los Alpes y Pirineos franceses con los de nuestra nación, y, sobre todo, con los torrentes-ramblas, que son el objeto de nuestro estudio; tened en cuenta la diferencia de gastos que tiene que haber lo mismo en las obras de fábrica que en las de repoblación ejecutadas en las grandes altitudes de aquellas montañas, con los que hay que realizar en la cuenca del Jiloca; considerad también que la ciencia de la corrección de torrentes es obra francesa de hace pocos años, y que se ha ido haciendo á fuerza de muchos éxitos y de algunos fracasos y que por éstos no tenemos que pasar nosotros si recogemos sus enseñanzas, y comprenderéis lo mucho que puede rebajarse á los precios medios expresados. Yo bien sé que á esto objetarán algunos que en España son más difíciles las repoblaciones que en Francia, á causa de la menor cantidad de precipitados acuosos que cae anualmente en muchas regiones; pero aparte de que sólo excepcionalmente hay que operar en sitios de menos altitud de 800 metros y que en éstos cae la mayor parte de los años bastante agua para las necesidades de la repoblación, los trabajos de esta índole realizados en Murcia, en Valencia y en el mismo término de Daroca, prueban claramente que

Deducción de resultados

para la creación de la vegetación necesaria á los fines hidrológico-forestales, bastan en muchos casos, aun en exposiciones meridionales, lluvias medias hasta de 250 milímetros.

debe calcularse el rendimiento útil de los trabajos hidrológico-forestales.

Esto no quiere decir que no habrá que emplear cantidades importantes en la ejecución total de los trabajos hidrológico-forestales necesarios para evitar ó atenuar los grandes daños que las avenidas del Jiloca y de sus torrentes tributarios causan actualmente; pero es indudable que aun así, la empresa será siempre remuneradora. Es claro que si se hace solamente la comparación de los gastos que ocasionará la realización de la totalidad de los trabajos con el valor de los productos directos que se obtendrán de las repoblaciones creadas, es posible que en alguna parte de la cuenca el negocio, económicamente considerado, no resulte muy beneficioso. Pero teniendo en cuenta que la mayor parte del rendimiento útil de los trabajos hidrológico-forestales está en el valor de lo que defienden y de los daños que evitan, y la menor en lo que produce directamente la superficie repoblada que ocupa la zona de defensa del torrente sin que, este sumando deje de tener en muchos casos gran importancia; que á los productos directos que resulten hay que agregar: el valor de los beneficios que obtendrán por la salvación de las cosechas que se pierden casi todos los años y de las fincas que continuamente quedan inutilizadas para el cultivo; el importe de los gastos que el Estado, la Compañía del ferrocarril de Aragón y los pueblos tienen que hacer ahora constantemente en las carreteras, ferrocarril y caminos vecinales, y los Ayuntamientos y vecinos en las calles y casas de los

poblados que se inundan, y, sobre todo, el inmenso valor que supone la salvación de las personas que ahora perecen en las inundaciones, y la tranquilidad que substituye á la alarma constante de los habitantes de los pueblos situados en las proximidades del Jiloca y de sus torrentes afluentes, es indudable que la empresa debe realizarse. Hay que distinguir siempre los montes de producción de los de protección; en la creación de aquéllos tal vez sería ruinoso gastar 200 pesetas por hectárea; en éstos es muy posible que sea un beneficio muchas veces gastar 500 y más pesetas por la misma unidad superficial.

En cuanto á quien debe encargarse de ejecutar y de pagar los trabajos hidrológico-forestales en la cuenca del Jiloca, opinamos que debe ser el Estado; tanto por el carácter de utilidad pública que tienen evidentemente en la generalidad de los casos, como porque los pueblos no pueden ni podrán disponer en lo sucesivo de personal técnico ni de las cantidades necesarias para sufragar los gastos que aquellos originen. Sin embargo, debe estudiarse el medio de que el Estado se reintegre en todo ó en parte de las cantidades empleadas en los casos en que el beneficio de los trabajos alcance directamente á los pueblos y á los particulares.

Conclusión.—Tratadas ya las partes más importantes de este problema, y á fin de no molestar más vuestra atención, voy á terminar este trabajo; no sin antes dar las gracias: á la Junta directiva, por haberme honrado invitándome á dar esta conferencia, y muy especialmente á vosotros, porque aun sabiendo que nada podéis aprender de mí, habéis tenido la amabilidad de venir á escucharme.

Entidad que debe encargarse de la dirección y de sufragar los gastos de los trabajos hidrológico-forestales en esta cuenca.



El paisaje en España.



II

OTRAS PREVENCIONES



El paisaje en España... Ante nuestra vista, espiritualmente, se abre todo el panorama de las tierras españolas, las de las llanuras y montañas del interior y las que se extienden mirando á los mares. Pero debemos hacernos antes una pregunta; no pasaremos

adelante, no visitaremos todos estos varios paisajes sin preguntarnos: ¿Qué se entiende por paisaje? La idea del paisaje, en su integridad, en su independencia de toda figura humana, es cosa moderna; mas es preciso que sepamos qué extensión debemos dar al concepto de paisaje. Hace bastantes años, D. Francisco Giner de los Ríos dedicó á esta materia un estudio titulado, precisamente, *Paisaje* (en *La Ilustración Artística*, de Barcelona, tomo V, 1886); al comienzo de esas páginas, Giner trata de concretar lo que se debe entender por paisaje. Todo el mundo habla del paisaje; se emplea esta palabra en las conversaciones particulares, en los libros, en los periódicos, y siempre parece designarse con ella el campo. Pero el desierto es campo —dice Giner— y nadie negará que es paisaje. «Además, si por campo se entiende una comarca con vegetación, donde la vida del animal y la planta prepondera sobre la del hombre, por oposición á la ciudad, donde acontece lo contrario, en el paisaje, concepto mucho más comprensivo, pueden entrar no sólo los caseríos y los pequeños grupos de población, sino las ciudades mismas, por grandes que sean, á condición de avenirse á no representar más que uno de tantos accidentes, de subordinarse á la naturaleza —por decirlo así— deshabitada, merezca ó no el nombre de campo». Líneas más adelante, Giner, refiriéndose al campo, nos habla de las delicias y atractivos que nos ofrece la naturaleza. No sólo gozamos del paisaje con la vista; no es sólo luz el paisaje. Todos nuestros sentidos, podemos decir que absorben el paisaje; toda nuestra personalidad parece fruir de este conjunto de colores, de aromas, de ruidos y de juegos de luz. «La temperatura del ambiente; la presión del aura primaveral sobre el rostro; el olor de las plan-

tas y flores; los ruidos del agua, las hojas y los pájaros; el sentimiento y conciencia de la agilidad de nuestros músculos; el bienestar que equilibra las fuerzas todas de nuestro ser, y hasta el sabor de las frutas, por prosáico que parecer pudiera á la sensibilidad de una estética afectada y romántica..., todo, ya más, ya menos, contribuye á producir en nosotros ese estado y á preparar el segundo momento, el momento ideal de las representaciones libres, que extiende nuestro goce más allá de los sentidos».

Para llegar á este momento estético de que habla Giner, para poder incorporarlo al arte, ¡cuánto camino no se ha debido recorrer! Y ¡de qué modo, por otra parte, la plena conciencia de este momento y su incorporación á la literatura ó al arte pictórico, supone un enorme trabajo del esfuerzo humano, de toda la energía humana, laborando en la obra de la civilización, de la cual es índice —é índice segurísimo— este sentido moderno y pleno del paisaje! Ya hemos visto que en la literatura el paisaje no aparece sino hasta el siglo xix; en España no comienza á sentirse el paisaje en el libro, sino hacia la mitad de esa centuria. Debemos añadir algunas palabras sobre la evolución del sentido del paisaje antes de pasar á otro asunto; lo juzgamos indispensable. A nuestro entender, lo que caracteriza la definitiva formación del moderno concepto del paisaje, es la *marcha de lo indeterminado y vago á lo determinado y concreto*. Nos explicaremos. Sin duda, será posible hallar en la literatura clásica paisajes de sitios concretos y determinados; en el capítulo anterior hemos citado algunos ejemplos; podrían citarse muchos más. Pero aparte de la vaguedad en la representación del objeto (ni Aranjuez es Aranjuez, ni Toledo es Toledo, v. gr.); aparte de esa vaguedad, nótese que, en general, cuando se pinta un paisaje, se hace de modo que tal pintura, sin fisonomía propia, compuesta de rasgos genéricos, lo mismo puede convenir á una región que á otra. Lo preciso, lo exacto, lo que es de un paraje y no puede convenir á otro, eso es adquisición moderna.

En la pintura española, Carlos Haes representa el pleno advenimiento del paisaje por el paisaje mismo. En 1860, en su discurso de ingreso en la Academia de Bellas Artes, Haes al hablar del paisaje, al

definir su concepto, expresó, como no podía menos, tratándose de tan singular paisajista, esta indispensable característica de lo concreto. «En los cuadros de los inteligentes naturalistas, que sin renunciar á lo ideal buscan otra especie de belleza —decía Haes—, aparecen árboles, piedras y plantas, con todos sus accidentes de forma y color. Los árboles, sobre todo, ofrecen una variedad que promete recursos que nunca se verán agotados. Comprendieron que descuidar el árbol en el paisaje era matarlo. Los árboles son las verdaderas figuras del paisaje. Cada uno tiene su fisonomía; cada uno su lugar favorito donde despliega mejor su verdadero carácter. El artista que quiera pintarlos debe conocer su expresión, y, por decirlo así, sus costumbres é inclinaciones, como el pintor de historia estudia el carácter y costumbres del hombre con relación á su genio y pasiones individuales». Luego, ahora, modernamente, es cuando, comprendiendo la fisonomía de las cosas —árboles, montañas, ríos, etc.—, se ha llegado á la cabal conquista del paisaje. Luego antaño no se conocía el paisaje. Haes, poco antes de las palabras copiadas, había escrito también hablando de los antiguos paisajistas: «Rara vez distinguieron las diferentes clases de árboles y peñas en sus cuadros. Ocupáronse sólo en procurar que el árbol y la peña lo pareciesen, sin curarse de que pertenecieran á tal ó cual especie; lo que buscaba el pintor era el estilo, no la originalidad ni la fisonomía del objeto que imitaba.» El estilo, lo genérico, en contraposición á lo concreto, preciso y determinado. Y estos son los dos grados que podemos señalar en el sentido del paisaje.

El pintor Haes se detiene en el primero —y eso ya es un gran avance—; pero todavía se puede señalar otro más. Primero: el paisajista hace que su pintura tenga un cierto inconfundible matiz; entran en ella las particularidades de la vegetación, la fisonomía de los árboles, el momento de la luz, la estación, desde luego, el suelo, el ambiente; este paisaje que acabamos de describir no podrá ser *otro paisaje cualquiera*, con árboles y con montañas, ni podrá ser otro paisaje en otra estación ó en otro momento del día. Segundo: el paisaje concreto, definido, lleva ya un nombre; el paisajista (no se olvide que estamos hablando del artista literario); el paisajista ha relacionado ya idealmente todo el espíritu de la tierra, de una determinada región, con el espectáculo del campo. Ya no es un paisaje definido, sino que, además, ha surgido Castilla, Andalucía, Vasconia, Cataluña. Y dentro de esas comarcas —ó «naciones», como se decía antes del siglo XIX— aparecen ciudades ó aldeanos de ciudades, llanuras, barrancos, montañas, prados, ríos, que son un aspecto de esas tierras nombradas. El artista literario ha llegado ya ahora, al cabo de tanto tiempo, á hacer en el paisaje —índice de la sensibilidad— la síntesis de todo un pueblo y, acaso, cuando refleja paisaje urbano, de toda una época. El paisaje es algo en que nos vemos y en

que contemplamos, á veces, la larga sucesión de una historia.

Y al llegar aquí no podemos menos de enlazar esta idea con la expresada por Giner. Sí; nuestra personalidad entera goza del paisaje; gozamos el paisaje, *físicamente*, en la luz, en la temperatura, en el ejercicio de nuestros músculos, hasta en el sabor de las frutas. Pero, ¡cómo nuestro espíritu de hombres modernos, nuestro espíritu cargado de lecturas y de sensaciones de pintura y de música; cómo subjetiviza al paisaje y lo hace un estado de conciencia; cómo todas estas impresiones materiales las espiritualiza maravillosamente; y cómo en el paisaje —la más grande conquista moderna— sabemos ver y sentir nuestros dolores, nuestra meditación, nuestras angustias íntimas, nuestras ansiedades, nuestras remembranzas de pasados tiempos! A esta concepción del paisaje, á esta manera de sentir un trozo de campo ó la vista de una ciudad —que tienen nombres determinados— es ahora cuando se llega por primera vez; y tal es lo que podemos considerar como el término en la evolución del sentido del paisaje.

Algo debemos añadir acerca de la disposición que seguiremos en este estudio. Nos proponemos exponer la visión que han tenido del paisaje de España escritores españoles. ¿Qué escritores elegiremos? ¿Quién sentirá mejor el paisaje de una región: quien ha nacido en ella ó quien la ha visto con ojos de forastero? Y entre los escritores de una ú otra condición, ¿serán forzosamente los más ilustres los que hayamos de elegir? ¿No habrá habido escritores que, siendo modestos, sin prestigio verdaderamente intelectual, han acertado á describir un determinado paisaje? Contestemos á las primeras preguntas. No creemos que han sido siempre los nativos de una tierra quienes la han descrito mejor; algún escritor (Xenius, por ejemplo, en el volumen III de su *Glosario*) tiene por condición necesaria para la perfecta descripción el que el paisajista sea ajeno á la tierra retratada. Hay mucho de verdad en la teoría de Eugenio D' Ors. En general el gran defecto en que los artistas literarios —y más especialmente los periodistas— suelen caer, es en el de dar por sabidas del lector cosas que éste ignora. La familiaridad con la cosa nos hace ahorrar los detalles de la cosa. Diríase que los ignoramos; por lo menos, estando en tan antigua é íntima frecuentación con ellos, los damos por conocidos de todos. Y así hay tantos y tantos artículos de periódicos en que, escritos por conocedores perfectos de la materia, se habla de cosas de que el lector no llega á formarse idea.

Indudablemente, la novedad en la visión favorece extraordinariamente en la pintura del paisaje. Sólo los forasteros de una campiña ó de una ciudad, pueden ver *completamente* esa ciudad ó esa campiña; sólo ellos verán las características esenciales de las cosas y lograrán aprisionar el ambiente total. No de

otra manera se explica el que, en los libros de viajes de extranjeros, aun estando llenos de errores históricos, de negligencias y de inexactitudes (como en el de Alejandro Dumas sobre España, tan citado) encontremos, sin embargo, un sabor especial, una sensación aguda de vida, un dejo de realidad honda, que no tienen todos los libros escritos por los nacionales. En el curso de estos trabajos no haremos distinción entre escritores nacidos en un determinado país y los no nacidos en él; si se trata de Andalucía, por ejemplo, no será obstáculo para nuestra tarea el que no sea andaluz el paisajista elegido. Señalaremos por nuestro el escritor que juzguemos que ha sabido dar más hondamente la sensación de un país. Prescindimos de los escritores extranjeros porque, aparte de pretender dar en estas páginas una visión de España, perseguimos la idea de mostrar hasta qué grado y en qué forma, dentro de España, se ha llegado á ver y sentir al paisaje español. Y no nos importará, en general, por lo que respecta á otras de las preguntas enunciadas, que el escritor sea ó no calificado; elegire-

mos los más ilustres, los de más prestigio intelectual; pero hay otros escritores que, aun careciendo del positivo mérito de los anteriores, han sido, sin embargo, ó siguen siéndolo, estimados en una determinada esfera social, por cierto público, y en su consecuencia, pueden ser considerados como índices de una sensibilidad. No otra cosa es lo que deseamos.

La tarea es compleja y habrá de requerir mucho tacto. Coexisten en la literatura y en un determinado momento, varios géneros de sensibilidades; unas de éstas prevalecerán y pasarán á la posteridad como valor positivo; otras durarán más ó menos tiempo, pero acabarán por desvanecerse. ¿No habrá de necesitar el crítico una gran delicadeza para discernir y para separar unas y otras modalidades? Y cuando se trata de hacer *historia*, de decir cómo han sido las cosas, ¿no será necesario tener en cuenta y exponer imparcialmente las modalidades transitorias según el plano que han ocupado, más subido acaso muchas veces que el de las verdaderas, las sólidas, las permanentes modalidades?—***





FRATERNIDAD ARBOREA

A mi cordial amigo D. Rafael
Areses, protector del árbol.

*Dos pinos seculares se cimbrean,
al golpe de iracundo torbellino,
en la margen umbrosa de un camino
donde el riesgo del ábrego sortean.*

*Aunque entrambos con bríos forcejean,
dice el más azotado á su vecino;
"Dépárame sostén, porque imagino
que, faltos de vigor, mis pies flaquean."*

*Herido en la raíz, al viento cede,
se inclina y entrelaza su ramaje
al del otro, que amparo le concede.*

*Quando evoco ó visito aquel paraje,
me pregunto si al pino se le puede
rendir, mejor que al hombre, un homenaje.*

Manuel Alvarez.

Mosteiro de Pías, 1915.



Un ejemplar respetable
de Tamariscos.



Vista general del bos-
que de Tamariscos se-
culares de la isla de las
Palomas.





TAMARISCOS SECUGARES



N una isleta del Mediterráneo existe un bosquecillo de tamariscos (*tamarix gallica*), entre los cuales descuellan algunos ejemplares dignos de nota. Esta es la isla de las Palomas, antigua columbaria, vulgarmente conocida con el nombre de *illa des Colóms*, adyacente

á Menorca, en el archipiélago de las Baleares.

El tamarisco ó tamaris (en Canarias taraje), es un árbol especialísimo: su altura, en dicha región, rara vez excede de 10 á 12 metros; sus ramas tienen casi siempre la tendencia á hincar ó dirigirse hacia el suelo hasta enterrar su extremo en la tierra, formando así un acodo; su tronco, más ó menos tortuoso, no suele adquirir grandes proporciones; sus raíces muchas veces beben el agua salada del mar, sin que el árbol se resienta lo más mínimo, ni pierda para nada su frondosidad; en una palabra: el tamarisco es un árbol, repito, especialísimo. Su madera no sirve ni para la carpintería, ni siquiera para hacer carbón, ni arde al quemarla, como no sea con dificultad; así es que está prohibido el hacer carbón de dichos árboles.

La indicada particularidad de dirigirse las ramas hacia el suelo, ha hecho que los colonos de la isla de las Palomas, aprovechándose de tamaña coyuntura, saquen partido de ella construyendo con empalizadas y maderas procedentes de naufragios, cabañas, establos y albergues, que los pescadores de tránsito aprovechan, regocijándose, para recomponer sus nasas y remendar sus averiados aparejos.

El propietario de la isla, entusiasta por el arbolado, al cual rinde un culto casi druidico, desterró hace años una antigua costumbre, que desde tiempo inmemorial practicaban en ella los mentados pesca-

dores, costumbre que seguían de sus antepasados: ésta era aprovecharse de algunos troncos de árboles viejos, que, por estar huecos, les servían á las mil maravillas para fogaña ú hornilla, y encendiendo al pie del tronco y dentro de él la lumbre sobre la que colocaban sus trébedes y caldero para guisar sus viandas, hacían así servir de chimenea el dicho tronco, cuyo humo, al salir, pregonaba el crimen que se estaba cometiendo durante aquella operación culinaria con un árbol vivo, si bien decrépito. Para conseguirlo, tuvo que valerse de varios medios, á cual más eficaz.

El grabado número 1 representa el tronco más corpulento de todos los del bosque, midiendo á la altura de un metro del suelo un diámetro de 4,85 metros; el número 2 es otro ejemplar también de nota, que mide á la misma altura 3,26 metros.

Alguno se ve, como el del número 3, que, además de tener el tronco hueco, está agrietado de arriba abajo, pudiendo cobijar muy bien una persona. Su grosor es de 2,50 metros.

Pero lo que constituye una verdadera notabilidad en su clase, es la mentada corpulencia que han ido adquiriendo durante el transcurso de más de un siglo, á pesar de la incuria de los tiempos y del empeño decidido de los ignorantes en destruir la vida de aquellos vegetales lentamente. El tamarisco, aun sirviendo de hornilla, ha ido viviendo, engrosando, creciendo, revistiéndose cada primavera de hermoso y verde follaje, y desafiando, por decirlo así, á sus empedernidos verdugos, que á diario ponían en práctica su sistema inquisitorial, en pago de los múltiples beneficios que del árbol recibían.

No sabemos que existan en otro sitio tamariscos tan corpulentos como los de la isla de las Palomas; por eso, aunque su importancia sea relativa, nos ocupamos de ellos en este número.

OTÓN NAVARRO Y CIEZA.



Relaciones de espaciamento y áreas basimétricas.

(CONTINUACIÓN)



A citada figura número 104, claramente indica tratarse de un país, clima y especie absolutamente diferentes del monte de la provincia de Madrid, que como ejemplo hemos expuesto; rodales con 4.600 y 2.080 árboles por hectárea, y que tan sólo tienen de diámetros domi-

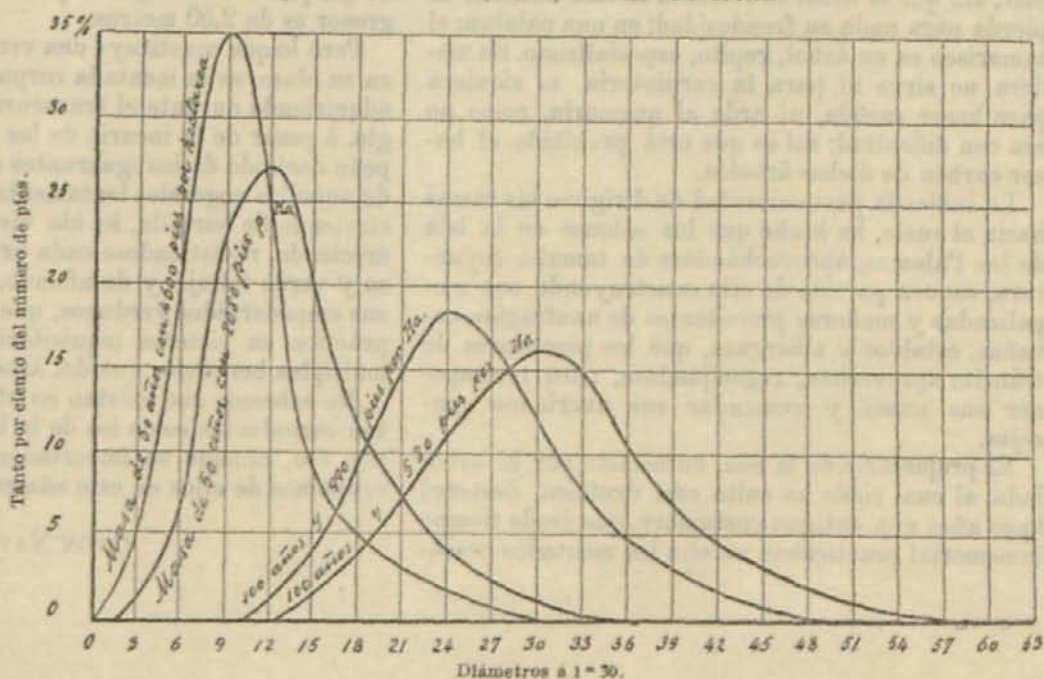
nantes 9 y 12 centímetros á los cincuenta años, y de 900 y 580 pies por hectárea con 24 y 30 centímetros de diámetros á los cien años, no son precisamente los del Pinar del Monte Agudillo, uno de los mejores montes de la Sierra de Guadarrama, y el que, sin embargo, en su rodal más sobresaliente el año de 1900, tan sólo contaba 399 pies por hectárea de 20 centímetros de diámetro en adelante á los cuarenta y cinco años de edad número que, sin embargo, quizá se duplicaría tomando en cuenta todo el repoblado natural de menos de 20 centímetros, como en la figura mencionada se ha tenido presente. Mas lo que sí es común para todos los rodales es la gran irregularidad y diferencia considerable que se observa en las dimensiones de árboles de la misma edad y calidad.

Como ejemplo gráfico de las grandes desigualdades en las alturas á igualdad de las demás condiciones, y para ha-

cer resaltar la que antes dijimos de pinos que fluctuaban entre los 5 y 13 metros de longitud maderable, á continuación exponemos otro caso, entre los mil observados en los sitios más variados de Monte Agudillo, pues si antes hablamos del subtramo *a* del tramo IV del cuartel A, ahora nos referimos al *c* del IV del cuartel B, que encierra los mejores pinos negrales del monte.

Estas desigualdades en diámetros y alturas entre árboles nacidos casi en el mismo año y en el mismo sitio, muchas veces proceden: de la lucha entablada entre los pies dominantes y dominados por la posesión del suelo y el cielo, lucha disminuida y casi suspendida al intervenir el hombre, por medio de las limpiezas y claras del arbolado, cuya teoría y práctica tanto han contribuido al progreso forestal y si bien mucho queda todavía por investigar y experimentar; otras veces de alteraciones producidas por los ganados, la caza, plagas de insectos, incendios, etcétera; otras de lanchas y peñascos sal-

Fig. 104 de la *Economía forestal*, de Huffel. — Ed. de 1905.



picados aquí y allá dentro de la calidad del suelo uniforme del rodal y que produce árboles cortos, tortuosos y delgados, inmediatamente contiguos á otros que son todo lo contrario, etc. Mas buena parte de las veces proceden tales diferencias de cualidades congénitas y procedentes de las semillas,

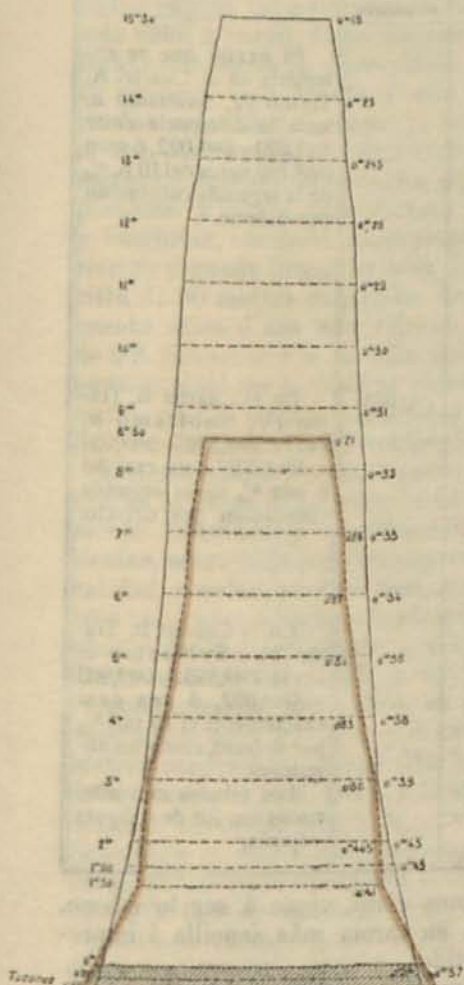
pues así como entre los humanos existen individuos fuertes y débiles, lo mismo acontece con los árboles, pero con la diferencia de que así como del hombre más alto al más bajo no existe medio metro de diferencia, en aquéllos la escala de los contrastes es de una gran amplitud.

Semejantes diferencias individuales han sido estudiadas y analizadas en muchos casos con minuciosidad y ejemplo reciente de ello puede verse en los números 5 y 6 del año 1914 del *Journal Forestier Suisse*. El año 1877 se plantaron á un lado y otro de la entrada principal de las Escuelas Forestal y de Agricultura de la Academia Politécnica

parte se atribuyeron al emplazamiento, á la calidad y profundidad del suelo, á la proximidad en que se encontraban y hasta probablemente á la infiltración de las aguas de los lavados acidulados del Laboratorio de Química Agrícola; mas es posible, sin embargo, dice Mr. Jaccar, de quien tomamos estos datos, que á todas estas causas se añadiese una debilidad de constitución desde su origen, de la que creció menos.

Y, por cierto, llegados á este punto, no podemos menos de lamentar la diferencia entre el amor y respeto á árboles y bosques de Suiza y el que por nuestro país se gasta, aun por las personas más ilustradas y los mismos profesionales. Para apaar allí esas dos wellingtonias, se trató por todos los medios de salvarlas, y cuando la dura é imprescindible necesidad determinaron su muerte, se realizó en medio del sentimiento general, y, por decirlo así, hasta con la autopsia de dichos árboles, pues se sacaron fotografías de ellos y se hizo su estudio xilométrico, epidométrico, botánico y micrográfico tan completo como es posible dentro del estado actual de los conocimientos sobre estas materias. Aquí, por un *quitame allá esas pajas*, han desaparecido árboles, alamedas y parques en medio de la mayor indiferencia; por casualidad se piensa nunca al emplazar construcciones públicas nuevas, que tanta falta hacen, en terrenos escampados, rodeándolas después de parques y jardines, con lo que tanto ganarían las poblaciones; el caso del Palacio de Bellas Artes puede decirse que es el único en Madrid, pues lo general es edificarlas ó proyectarlas dentro y en los sitios más arbolados del Retiro, la Moncloa, la Florida, dehesa de la Villa, la Arganzuela, etcétera, y por el gusto de algunos, hace ya tiempo se hubieran convertido el Pardo y la Casa de Campo en los afrentosos eriales y cultivos que los rodean.

Desemejanzas tan grandes entre los árboles de un mismo rodal, hace que en la cubicación en pie de los mismos se cometan á veces grandes errores y que aun en la de los mismos derribados haya que prescindir á menudo de los procedimientos abreviados. Prueba de lo que decimos es el estado que á continuación insertamos, en el que aparecen las cubicaciones de 32 pinos cortados en el referido Monte Agudillo el año 1913, efectuadas de dos modos diferentes; la una por el procedimiento casi exacto de descomponer cada tronco maderable en trozos de á metro, considerado cada uno de ellos como un cilindro, cubicarlos como tales y sumarlos todos después. El segundo procedimiento, es el adoptado por un gran número de madereros por su sencillez y suficiente aproximación en un gran número de casos, y consiste en tomar el diámetro ó circunferencia en el medio del tronco maderable y la longitud total de éste y hallar el cilindro correspondiente á dichas base y altura. Como se verá, este último procedimiento da siempre resultados más pequeños que



Dos árboles de la misma edad de 60 años. Los diámetros están en escala diez veces mayor que las alturas.

de Zurich, pero, desgraciadamente, demasiado cerca de la fachada, dos wellingtonias, que hubo necesidad de arrancar para la reconstrucción y ensanche del edificio. Las dos tenían al cortarse en Marzo de 1913 la edad de cuarenta y cinco años, pero mientras una de ellas alcanzó 20 metros de altura, la otra no pasaba de 16, y en tanto la primera tenía un diámetro á la altura del pecho de 82 cm., en la segunda sólo era de 61, lo que determinó que el volumen del tronco en rollo y con corteza de la primera, fuera de 3,420 m.³ y el de la segunda tan sólo de 1,090 m.³

Respecto á las causas de tan enormes diferencias no han podido determinarse con exactitud, pues en

Cuarteles.....	Tramos.....	Subtramos.....	Diámetros del tronco maderable			Longitud del tronco maderable. — Metros.	Cubicación exacta del tronco maderable. — m. cúbicos.	Cilindro correspondiente al diámetro medio. — m. cúbicos.	Diferencias entre la primera y la segunda cubicación.		OBSERVACIONES
			Extremo inferior.	Hacia el raberon.	Medio del tronco maderable.				En más.	En menos.	
			— cm.	— cm.	— cm.				— m. cúbicos.	— m. cúbicos.	
A ...	IV ..	a ...	46	17	26,5	11,00	0,716	0,607	0,109		El error que se cometería en el Cuartel A, Tramo IV, Subtramo a, sería la diferencia entre 8m ³ 820 y 8m ³ 022, ó sean 0m ³ 798, cerca del 10 p. 0/0 de la segunda cubicación por defecto.
			43	19	28	9,00	0,587	0,554	0,033		
			46	18	28	11,50	0,788	0,708	0,080		
			40	17	27	9,00	0,546	0,513	0,033		
			48	16	29	13,00	0,942	0,859	0,083		
			46	17,5	30	7,50	0,559	0,530	0,029		
			43	18	26	12,00	0,745	0,637	0,108		
			45	24	34	8,00	0,731	0,726	0,005		
			46	17	28	13,00	0,916	0,800	0,116		
			41	17,5	27	7,00	0,428	0,401	0,027		
			41	17	24	10,00	0,560	0,452	0,108		
			38	17	27	6,00	0,362	0,343	0,019		
			38	20	28	8,50	0,536	0,520	0,016		
			38	20	27	6,50	0,404	0,372	0,032		
B ...	IV ..	a ...	39	16	29	9,00	0,591	0,594		0,003	En el Cuartel B, Tramo IV, Subtramo a, sería 5m ³ 339 — 5m ³ 037 = 0m ³ 302, ó sea casi del 6 por 0/0 de la segunda cubicación por defecto.
			43	16	29	10,00	0,694	0,660	0,034		
			41	14	28	9,00	0,590	0,554	0,036		
			39	20	27	7,70	0,501	0,441	0,060		
			46	19	30	10,50	0,780	0,742	0,038		
			37	16	28	8,00	0,536	0,493	0,043		
			44	19	30	9,50	0,693	0,671	0,022		
			45	16	29	7,30	0,534	0,482	0,052		
			40	17	28	6,50	0,420	0,400	0,020		
B ...	IV ..	c ...	50	15	28	13,00	0,954	0,800	0,154		En el Cuartel B, Tramo IV, Subtramo c, sería 7m ³ 595 — 6m ³ 903 = 0m ³ 692, ó sea casi exactamente el 10 por 0/0 por defecto, como los anteriores. Los árboles con asteriscos son los de la figura adjunta.
			48	22	30	8,90	0,669	0,629	0,040		
			49	17	30	11,00	0,874	0,777	0,097		
			48	18	35	10,00	1,014	0,962	0,052		
			47	17,5	30	9,50	0,733	0,707	0,026		
			54 *	18 *	33 *	15,30 *	1,436 *	1,309 *	0,127 *		
			31	17	22	6,00	0,280	0,228	0,052		
			47	19	27,5	13,70	0,821	0,808	0,013		
			57 *	21 *	32 *	8,50 *	0,814 *	0,683 *	0,131 *		

el primero, que aun promediados, en ocasiones ascienden al 10 por 100 de aquél; mas en algunos ejemplares aislados, y sobre todo en los de mucha longitud, las diferencias encontradas han sido de mucha importancia y solamente en uno solo, por excepción, se halló una coincidencia, por decir así, absoluta.

Estas discrepancias en alturas y diámetros en árboles de la misma edad, que si son de bastante importancia en los países más adelantados en el cultivo forestal, no obstante el clima y los cuidados esmerados y costosos con que aquel se encuentra favorecido, llegan al máximo en una nación como la nuestra, en que la sequía, los incendios, los destrozos de la ganadería, las podas insensatas, el poco amor á plantas y pájaros, etc., etc., hacen que sean contados los árboles que ostentan su natural y libre modo de ser y vegetar, son las que todavía contribuyen á dar mayor importancia á la determinación de la espesura de los rodales, ó sea á las relaciones numéricas representativas de ella, á su coeficiente ó relación de espaciamiento, y á su área basimétrica,

que, como ya hemos visto, viene á ser lo mismo, aunque expresada en forma más sencilla ó impresionante á los sentidos.

Aunque, como ya dijimos, dista bastante de la verdad, que la espesura normal de los pinos pueda representarse por el coeficiente de espaciamiento 16 ó el área basimétrica 31 metros cuadrados, en realidad, y mientras experiencias concluyentes no nos hagan apreciar y conocer más á fondo tan importante cuestión, podemos seguir adoptando ambas cifras como suficientemente exactas.

“De antiguo, dice Huffel, se ha echado de ver que el área basimétrica de un rodal de regular edad no varía ya mucho con el tiempo. Veremos más adelante cómo la magnitud de aquélla depende de la especie y condiciones de vegetación de los árboles; por lo general oscila de 40 á 45 metros cuadrados para el roble ó haya, y de 50 á 55 para el pinabete y abeto rojo.” La del abedul no pasa de 32 y la del chopo temblón de 36 metros cuadrados. Como confirmación de estas cifras, se citan dos rodales de pinabe-

te de ochenta y dos años, de regular calidad y con 1.080 y 1.650 pies por hectárea, que tenían respectivamente de áreas basimétricas 54,1 y 53,2 m.² según la Estación de Experiencias Forestales de Baden.

El área basimétrica, sin embargo, comienza siempre con una cifra muy baja que va aumentando en seguida, y así continúa hasta el fin de la vida del rodal; rápido tal aumento en los primeros años, es más débil á partir de la madurez, sin que cese enteramente hasta la decrepitud. Dicho crecimiento se aminora más pronto y más considerablemente en las especies que, como el pino silvestre, roble, alerce, etc., por su temperamento no admiten mucha espesura; mas, en cambio, en aquellas que como el pinabete y abeto rojo forman masas muy densas y humbrias, continúa aumentando durante mucho tiempo y puede llegar su área basimétrica hasta la cifra de 80 metros cuadrados hacia los ciento cincuenta años, ó sea una relación de espaciamento de 9'9. Schaefer fija la cifra del área basimétrica para el pinabete tratado en cortas discontinuas normales, en 36 metros cuadrados, prescindiendo de los pies de menos de 20 centímetros de diámetro.

Deteniéndonos ahora un poco en el pino silvestre, que es la única del género hasta ahora minuciosamente estudiada y experimentada sobre este particular, sobre todo por Schwappach, diremos que en calidad regular, su área basimétrica es de 14 metros cuadrados á los veinte años, de 36 á los ochenta años y de 38 á los ciento veinte años, y en muy buena calidad de 25-45 y 49 metros cuadrados respectivamente; en cambio, en calidad mala á los veinticinco años, es de 8, y á los cien años, de 25 metros cuadrados tan sólo. Por no parecer pesados no trasladamos aquí íntegra la tabla de producción del pino silvestre, publicada por el ya citado Doctor Schwappach, mas el que tenga curiosidad por conocerla, puede verla traducida al francés en la página 96 de la muy interesante obra *Les Arbres et les Peuplements forestiers*, del Sr. G. Huffer, el mismo autor de la antes mencionada *Economía forestal* y en la que, por tanto, aparecen también citados y re-fundidos gran parte de los instructivos datos contenidos en la primera; dicha tabla hace resaltar la diferencia entre los montes alemanes y españoles de esta especie debida no á factores naturales, pues una autoridad en la materia como Mr. Hickel ha confirmado que el pino silvestre de la sierra de Guadarrama es inmejorable, y sostiene la comparación con los mejores de Alemania y Francia, sino á los enormes descuidos que con él se han tenido, pues entre el ganado cabrio y los incendios, se ha dejado perder, y no se le deja restaurar y reponer debidamente, una riqueza considerable, la mayor fuente de prosperidad de una extensa zona impropia para el cultivo agrario permanente. El Pinar de Valsain, los de la Garganta, Rascafría, Cobaleda, Duruelo y cien más que podríamos citar, atestiguan lo que es el pino silves-

tre en España y lo que podía producir en especie y en dinero; la citada tabla de Schwappach calcula por hectárea y para los ciento veinte años de edad en la calidad mejor, 648 metros cúbicos suministrados por 385 pinos que tienen 31 metros de altura y 40 centímetros de diámetro medio, pudiéndose asegurar que un monte en tales condiciones ordenado habría de producir 100 y aun 150 pesetas en bruto por hectárea, al precio que hoy se paga la madera llamada de Valsain, y no creemos sean menores los crecimientos y dimensiones que puedan obtenerse en la mejor calidad de nuestros montes el día que se les cuide con la ciencia y paciencia que cultivan los suyos los alemanes. Mas es claro que lo primero que hace falta, que así como éstos hace ya muchos años que poseen las referidas y otras muchas tablas de productibilidad, las poseamos también nosotros, y así empezaremos á vislumbrar lo mucho que los montes españoles de pinos pueden llegar á ser y producir.

Mas siempre resalta lo pequeña que es el área basimétrica en comparación con la superficie del suelo que los árboles cubren. En el citado ejemplo del pino silvestre á los ciento veinte años, los 385 pinos que cubren los 10.000 metros cuadrados de la hectárea, tienen de área basimétrica 49,1 metros cuadrados, ó sea únicamente el medio por ciento de aquélla, lo que en verdad no nos debe sorprender, pues los árboles afectan la forma de colosales paraguas abiertos, y no hay más que comparar en éstos la proyección horizontal de la tela con la del bastón; asimismo, y suponiendo, como ya hemos dicho, la altura media de aquéllos de 31 metros, los 648 metros cúbicos que cubican los 385 pinos de la hectárea están sumergidos en 310.000 metros cúbicos de aire, lo que equivale á decir que dos metros cúbicos de materia leñosa están rodeados de 1.000 de aire. En general, puede admitirse que de ciento veinte á ciento cincuenta años, el área basimétrica de un rodal viene á ser de 0,4 á 0,5 por 100 de la superficie de aquél, pudiendo llegar en el abeto y pinabete al 0,8 por 100.

Y con esto damos por terminado estos desordenados renglones, en los que un pequeño, pero profundo motivo forestal, aparece por nuestra culpa diluido torpemente en tanta tinta y papel; mas antes séanos permitido insistir en lo preciso y sencillo del cálculo de las áreas basimétricas, sobre todo si se tiene en cuenta todo el arbolado, incluso el repoblado natural de menos de 20 centímetros de diámetro, pues para ello no solamente podemos auxiliarnos con la tabla antes citada de la Economía Forestal de Huffer, sino con las otras cuatro aún más detalladas que aparecen en el Apéndice de la página 382 y suministran en centímetros cuadrados la superficie de los círculos cuyo diámetro varía de centímetro en centímetro de 1 á 999.

DOMINGO OLAZÁBAL,

El problema agrario en España.

Madrid 4 Noviembre 1915.

Excmo. Sr. D. Ricardo Codorniu.

Mi distinguido amigo: Recibo tres ejemplares del número 47 de la Revista de *Los Amigos del Arbol*, en la que se incluye una nota bibliográfica de mi último libro y los párrafos que en él consagré á la riqueza forestal.

Supongo que á usted debo dicho envío, que agradezco como atención personal, si bien recibí oportunamente como socio dicho número y estaba ya enterado de la benevolencia con que en él se juzgaba mi obra.

En un número de ESPAÑA FORESTAL vi también otra crítica de dicho trabajo, según el cual, faltaba, entre los capítulos de mi obra, uno relativo á la repoblación forestal. Pensé haber recogido esas observaciones, tanto por su importancia, como por la forma cortés y para mí laudatoria en que se trataba de mi libro, pero los continuos viajes me distrajeran de aquel propósito que hoy viene de nuevo á mi memoria con motivo de acusar á usted recibo del envío que usted me hace ahora.

Mi respuesta hubiera consistido en hacer notar á tan inteligente crítico que no sólo no olvidé en mis páginas el aspecto forestal en España, sino que en ellas proclamo la necesidad de destinar á montes todo el terreno que hoy está calvo en España y no poco de lo que, en nuestra ignorancia, nos empeñamos en cultivar; habiendo dicho más de una vez que en España debemos esforzarnos por tener 25.000.000 de hectáreas de monte alto y fundamentando los cálculos que hago del posible aumento de la riqueza territorial de España, sobre la base de esa transformación de cultivos que nos lleven del mísero cereal á la siembra de piñones y de bellotas, germen de una futura riqueza, única posible en esos terrenos.

Cierto que después de ocuparme de este aspecto forestal en la primera parte de mi libro, nada digo de él en la segunda, pero la razón consiste, en que en ésta formulo los medios más claros, concisos y prácticos que he tenido al alcance de mi pobre inteligencia, para las soluciones de Gobierno á implantar en orden á la norma de acción firme y pronta que juzgo indispensable; por esto hablo de todos aquellos remedios que hoy no poseemos y que nos son precisos.

Mas no es este el caso respecto del ramo forestal, porque para mí tengo que nada hace falta legislar

en él, con que no contemos. Con solo recordar la ley de Junio de 1908, cuya paternidad reclamo como timbre de gloria al que no quiero renunciar, se vencerá cualquiera que á estos estudios se dedique de que no son nuevas leyes ni disposiciones sucesivas las que nos van á dar los montes repoblados, sino una voluntad firme en el Ministerio de Fomento que entienda lo que estos problemas son y comprenda su trascendencia, á fin de convertir en actos preceptos muy meditados que, salvo los retoques continuos de toda obra humana, no serian hoy sobrepujados por textos nuevos que las Cortes votaran.

Y buena prueba de ello es el proyecto presentado por el Sr. Ugarte nada reforma de sustancial ni ataca al problema en su propia médula como hacia esa ley de 1908 de la que nadie se acuerda. ¿Y habia yo de consagrar en mi libro un capítulo, en su parte reconstituyente, á preconizar textos que ya tenemos? ¿Había, por el contrario, de limitarme á la estéril lamentación de que esos textos sean letra muerta? Si en esta senda de las lamentaciones me internara no hubiera escrito ciertamente mi libro, porque no sólo en el ramo forestal, sino en todos se tropieza el ánimo esforzado, en cuanto se lanza á la acción, con los estorbos de todos órdenes que por doquier le cortan el paso, siendo el más desconsolador el de la indiferencia é ignorancia con que ven estos asuntos, si por acaso los miran, aquellos que deberían ser los primeros interesados en su consecución.

He aquí justificada la ausencia de un capítulo que pudiéramos llamar forestal en la segunda parte del modesto estudio mío á que vengo aludiendo. Allí digo lo que no tenemos y hay que implantar. Callo discretamente cuanto tenemos y no apreciamos. Porque de detenerme á reseñar todo lo que sería preciso para que las leyes fueran algo más que mera literatura, tendria que empezar por proclamar como primer paso el de echar de España á todos los españoles, primeros causantes de la atonía en que yacemos postrados.

Vayan estos renglones, mi querido amigo, como prueba de consideración á nuestra Sociedad de Amigos del Arbol, á su Revista y á las benévolas críticas que á mi última producción han dedicado ustedes, rindiendo al escribirlas nuevo tributo de convicción á la causa de la repoblación forestal de España.

Suyo afectísimo amigo q. b. s. m.,

EL VIZCONDE DE EZA.



Franco ^{Art. Studio} ~~la~~ *Revista* "España Forestal"
 Madrid 11 de Octubre de 1915 *Gabriel del Bosque*