

## LOS AYERBE: TRES INGENIEROS DE MONTES ALTOARAGONESES Y SU APORTACIÓN A LA HIDROLOGÍA FORESTAL ESPAÑOLA

Jesús PEMÁN<sup>1</sup>  
Ignacio PÉREZ-SOBA<sup>2</sup>

RESUMEN.— Este artículo presenta una síntesis biográfica y técnica de una *saga familiar* de ingenieros de Montes altoaragoneses (Pedro Ayerbe Allué, Benito Ayerbe Aísa y José María Ayerbe Vallés), que realizaron una destacada y pionera aportación a la hidrología forestal española durante el siglo XX. Esta aportación se produjo, en particular, en obras de corrección de torrentes y de aludes en el Pirineo de Huesca: en la cuenca alta del río Gállego (torrentes de Arratiecho, Arás, Arguisal, Escuer y Sía, así como la defensa del balneario de Panticosa) y en las cercanías de Canfranc (torrente de Los Meses, para la defensa de dicho pueblo, y las grandes obras de defensa de la Estación Ferroviaria Internacional de Los Arañones). Todas estas obras, de las que se presenta un abundante material gráfico, constituyen ejemplos extraordinarios del éxito de la corrección hidrológico-forestal después de décadas de funcionamiento.

ABSTRACT.— This paper presents a biographical and technical synthesis of a lineage of forestry engineers from Huesca, Aragon (Pedro Ayerbe Allué, Benito Ayerbe Aísa and José María Ayerbe Vallés), who made an outstanding and pioneering contribution to the Spanish forest hydrology during the 20<sup>th</sup> century. This contribution came especially from performing works of torrent and snow avalanche correction in the Pyrenees of Huesca: in the

---

<sup>1</sup> Departamento de Producción Vegetal y Ciencia Forestal. Universidad de Lleida. C/ Rovira Roure, 191. E-25199 LLEIDA. [peman@pvcf.udl.cat](mailto:peman@pvcf.udl.cat)

<sup>2</sup> Servicio Provincial de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente de Zaragoza. Gobierno de Aragón. Paseo de María Agustín, 36. E-50071 ZARAGOZA. [iperezs@aragon.es](mailto:iperezs@aragon.es)

Upper Gállego River (torrents of Arratiecho, Arás, Arguisal, Escuer and Sía, and the defence of the Panticosa Spa); and near the town of Canfranc (torrent of Los Meses, for the defence of the village, and the great defence works of the International Railway Station of Los Arañones). All these works, of which abundant graphic material is presented, are extraordinary and successful examples of forest hydrological correction after decades of operation.

KEY WORDS.— Forest hydrological correction, torrents, snow avalanches, forestry engineers, Pyrenees of Huesca, Aragon (Spain).

## INTRODUCCIÓN

La *familia forestal*, como se llamaba en ocasiones al Cuerpo de Ingenieros de Montes, estuvo constituida por no pocas familias de sangre, dado que era frecuente la existencia de hermanos entre las primeras promociones de ingenieros de Montes (José y Ramón Jordana Morera, Sebastián y Domingo Vidal Soler, Santiago y Domingo Olazábal Gil de Muro o los cuatro hermanos Briones García-Escudero, por ejemplo) y, más tarde, de tíos y sobrinos o de padres e hijos.

Una de las familias forestales más conocidas entre las primeras promociones fue la de los altoaragoneses Ayerbe, que contó con cuatro ingenieros de Montes: Pedro Ayerbe Allué y su hijo José María Ayerbe Vallés; Benito Ayerbe Aísa, primo hermano de Pedro, y su hijo Rafael Ayerbe Vallés. Esta familia procedía del caserío de Melés, barrio de la aldea de Radiquero próximo a Alquézar. Se dio además la especial circunstancia de que, a excepción de Rafael, todos ellos destacaron en los trabajos de restauración hidrológico-forestal y protección contra aludes en las cuencas de los ríos Gállego y Aragón. Rafael Ayerbe Vallés, primo de José María, estuvo destinado bastantes años en el Ministerio de Hacienda, por lo que tuvo otras dedicaciones profesionales.

La restauración o corrección hidrológico-forestal ha sido uno de los más tradicionales campos de actuación de la ingeniería de Montes en España. El objetivo de los trabajos de corrección, según el célebre ingeniero francés de aguas y bosques Prosper DEMONTZEY (1882), era “transformar los torrentes en arroyos”. Dicho autor definía el *torrente* como toda corriente de agua que discurre por un cauce generalmente corto y con una pendiente superior al 6%, con crecidas breves y casi siempre súbitas de caudal y con una fuerza

capaz de socavar la montaña; el torrente deposita en el valle los materiales que arrastra, lo que provoca que su curso divague. Por el contrario, por *arroyo* entendía un curso de agua de cauce estrecho, con una velocidad y un caudal de sus aguas reducidos, lo que imposibilita su capacidad de socavar y transportar materiales; conserva, por ello, sus aguas limpias. La transformación de torrentes en arroyos consigue mejorar las características ecológicas del curso de agua, por un lado, y mitigar muy eficazmente de manera radical, en la raíz del problema, las avenidas catastróficas típicas de los cursos torrenciales.

Ocioso sería aquí recordar las múltiples obras de corrección hidrológico-forestal con que la ingeniería de Montes ha contribuido al desarrollo de nuestro país y a la mejora de la naturaleza: algunos resúmenes se hallan, por ejemplo, en MADRIGAL (ed.) (1999: 161-270), CONAMA (2004) y, sobre todo, PALACIO (coord.) (2013). Pero conviene señalar que, desgraciadamente, aún están pendientes de ser conocidas y valoradas por la sociedad, y, aún más, de ser evaluadas técnicamente para producir un cuerpo de doctrina técnica a partir de su funcionamiento real durante muchas décadas: “la existencia de estas obras, brillante herencia de nuestros antecesores, plantea una serie de deberes verdaderamente elementales: inventariar todas las estructuras existentes, tenerlas localizadas y georreferenciadas, y, en general, encarar una labor continua de evaluación” (PÉREZ-SOBA, 2002: 93). En particular, como señaló con acierto un ingeniero de Montes con tanta experiencia en materia de corrección torrencial como Natalio Camacho, “en materia de hidrología forestal de montaña, todo lo experimentado y practicado a lo largo y ancho del Pirineo central [...] constituye ya un amplio cuerpo de doctrina específica que procedería sistematizar y compendiar” (ANÓNIMO, 2002: 88).

Se puede decir que, en un caso desgraciadamente poco común, los Ayerbe sí lograron ser profetas en su tierra, donde han recibido justos homenajes a su abnegada dedicación y a su extraordinario empeño en la protección y conservación del territorio. Así, en Canfranc-Estación, poco después del fallecimiento de José María, se inauguró el paseo de los Ayerbe (fig. 1), que discurre al pie del torrente de Estiviellas, desde la plaza de las Escuelas hasta el viejo túnel de Somport, y desde el cual se pueden observar los trabajos de defensa que se realizaron en los torrentes de Cargates, Epifanio y

Borreguil de Samán. Del éxito de estos trabajos nos da una idea la rotulación que se ha dado a estos torrentes en su cruce con el paseo de los Melancólicos: en efecto, ya no son torrentes, ahora son arroyos. Más recientemente, en Canfranc-Estación también, con la inauguración en 2011 del centro A Lurte, en la casa forestal de los ingenieros, se ha rendido y se rinde merecido homenaje a la familia Ayerbe. Allí se puede profundizar, con la documentación que se exhibe, en algunos aspectos de su actividad profesional en los trabajos de defensa contra aludes, en los que son los pioneros



**Fig. 1.** Paseo dedicado a los Ayerbe en Canfranc-Estación, que discurre bajo el dosel de los pinares albares, entre abedules, arces, serbales, hayas y avellanos. (Fotos: J. Pemán)

en España. Por otro lado, en Biescas se inauguró en 1975 el Parque Forestal Arratiecho, diseñado por el ingeniero de Montes Ramiro Puig Valls y que rinde homenaje a Pedro Ayerbe por sus trabajos en dicho torrente. Desde el verano de 2011 se ubica en este espacio el Biescas Aventura, publicitado como el mayor parque de aventura en árboles de los Pirineos. Sin duda alguna, él sonreiría al conocer que el temido Arratiecho es hoy un parque forestal de aventuras único en el Pirineo.

No obstante, fuera del ámbito local la magna labor hidrológico-forestal de los Ayerbe es aún muy poco conocida. Por ello, es objetivo de este artículo presentar una síntesis biográfica y técnica de esta familia de ingenieros de Montes (Pedro, Benito y José María Ayerbe), que divulgue su pionera aportación a la hidrología forestal española, complete con sus biografías la de los aragoneses destacados y avance en el análisis y difusión de las obras hidrológico-forestales realizadas en el Pirineo español.

#### APUNTES BIOGRÁFICOS DE LOS TRES AYERBE

*Pedro Ayerbe Allué (1861-1935)*



**Fig. 2.** Pedro Ayerbe Allué, con uniforme de gala del Cuerpo de Ingenieros de Montes.  
(Foto facilitada por Tomás Ayerbe)

Nacido en Radiquero el 5 de diciembre de 1861, Pedro Ayerbe Allué era hijo de Joaquín Ayerbe y de Justa Allué. Ingresó en la Escuela Especial de Ingenieros de Montes (la única entonces existente, sita en San Lorenzo de El Escorial) en 1883 y terminó sus estudios en 1887, con el número 8 de la trigésimotercera promoción de la escuela (figs. 2 y 3). Su ingreso en el Cuerpo de Ingenieros de Montes tuvo lugar ese mismo año, el 5 de noviembre.

Se casó con María del Carmen Vallés Fortuño, con la que tuvo siete hijos: María del Carmen, María Pilar, María del Rosario, María de la Cruz, María Teresa, José María y Luis María. José María fue el único que siguió profesionalmente las huellas de su padre y estudió la carrera de Ingeniería de Montes.

Pedro Ayerbe estuvo en activo durante cuarenta y tres años, los cuales fueron un ejemplo de dedicación a su tierra natal y al ámbito de la corrección hidrológico-forestal. Comenzó en agosto de 1887, al realizar sus prácticas



**Fig. 3.** Alumnos de la trigésimotercera promoción de la Escuela de Ingenieros de Montes. Pedro Ayerbe es el primero sentado por la derecha. El resto son, según el orden de la promoción: Federico Sigüenza, Francisco Mira, José María Castejón, Enrique Albéniz, Cipriano Sainz, Roque Pérez de Percebal, Estanislao Arrillaga y Miguel de la Torre. (Foto facilitada por Tomás Ayerbe)

reglamentarias en el Distrito Forestal de Huesca, al cual se incorporaría oficialmente desde el mismo momento de su entrada en el Cuerpo. El amor de Pedro por su provincia destacó desde el inicio de su carrera profesional. Una de las primeras pruebas de ello fue la Exposición Universal de Barcelona de 1888, para la que formó una colección típica de las especies arbóreas y arbustivas del Pirineo por encargo del jefe del Distrito Forestal de Huesca, José Regal Fernández. De este trabajo se hizo eco la prensa: “además del afán de cumplir escrupulosamente su deber oficial, [Pedro Ayerbe] tiene en esta interesante tarea el noble estímulo de ser un hijo amante de la prosperidad material y del prestigio del país” (ANÓNIMO, 1888).

En ese distrito seguiría hasta 1901, cuando pasó a depender del Servicio Hidrológico-Forestal creado por Real Decreto de 7 de junio de ese año. Pero quedó vinculado de nuevo a Huesca, ya que estuvo adscrito a la División Hidrológico-Forestal de la Cuenca Media del Ebro, que comprendía los ríos Aragón, Gállego y Jalón. Esta división fue inicialmente la 3.<sup>a</sup>, luego formó parte de la 1.<sup>a</sup> y, de 1907 en adelante, pasó a ser la 6.<sup>a</sup>. En 1908 Pedro ascendió a jefe de la División y, en ese mismo año, recibió la Orden del Mérito Agrícola. Permaneció en la 6.<sup>a</sup> División hasta su nombramiento en 1927 como consejero inspector general del Consejo Forestal, máximo órgano consultivo en materia de montes.

Fue ordenada su jubilación forzosa por Real Decreto de 4 de enero de 1929, el cual, aun “reconociendo los méritos y buenos servicios prestados en el desempeño de los diversos destinos que le han sido confiados en el Cuerpo”, entendía que Pedro debía jubilarse “teniendo en cuenta lo penoso del trabajo de inspección en edades avanzadas”. El argumento era falaz, como señalaba la prensa de la época: “es el caso que el Sr. Ayerbe, afortunadamente para él y los suyos, posee una salud, una agilidad física y un despejo intelectual verdaderamente envidiables” (ANÓNIMO, 1930: 201). Él, por tanto, no se aquietó y, representado como letrado por su yerno Julio Martínez de la Fuente, recurrió su jubilación ante el Tribunal Supremo, con todo éxito, puesto que la sentencia de ese alto tribunal de fecha 14 de junio de 1930 anuló íntegramente el decreto y ordenó reponer al recurrente, a todos los efectos legales, en el Cuerpo de Ingenieros de Montes. Esa reposición causó el natural revuelo, puesto que, por lógica, desplazó hacia abajo en el escalafón a todos los que habían ascendido aprovechando su vacante.

La segunda y definitiva jubilación de Pedro Ayerbe tuvo lugar poco después, el 5 de diciembre de 1930; aun así, entre su reposición al Cuerpo y su definitiva jubilación, llegó a ser, por pocas semanas y a causa de una vacante por fallecimiento, presidente de sección del Consejo Forestal. Pedro murió el 22 de mayo de 1935.

En lo que se refiere a sus aportaciones profesionales destaca, sobre todas ellas, su condición de pionero de la hidrología forestal y de la corrección de torrentes en España. Más adelante trataremos extensamente de los trabajos concretos de corrección de torrentes proyectados y dirigidos por Pedro Ayerbe, pero cabe subrayar también su concepción teórica de la hidrología forestal; en particular, de su carácter integrador y global. Es significativa, en este sentido, su participación en la célebre polémica sostenida por el ingeniero de Montes Nicolás Ricardo García Cañada (otro excelente hidrólogo forestal, compañero de Ayerbe en la 6.<sup>a</sup> División Hidrológico-Forestal) y el ingeniero de Caminos Pedro González Quijano. Esta polémica, bien estudiada por GÓMEZ MENDOZA (1989), enfrentaba a los partidarios de las grandes obras hidráulicas en los cauces (González Quijano) con los defensores de la naciente hidrología forestal (García Cañada), que, sin negar el valor de dichas obras, señalaban que eran inútiles, o poco útiles, si no se complementaban con actuaciones de carácter forestal en las partes altas y medias de las cuencas de alimentación. Ayerbe se alineaba claramente con esta última postura, pero de una manera integradora, no excluyente, señalando lo que hoy parece obvio: que las obras hidráulicas en los cauces y las hidrológico-forestales en las cuencas son soluciones complementarias entre sí. Esa necesidad de integrar la restauración de la cubierta vegetal con la corrección hidrológica de los cauces, objetivo del Servicio al que perteneció desde sus inicios, queda patente en este escrito:

tan absurda es la teoría que pretende resolver el problema de restauración y el hidrológico en general con solo obras hidráulicas, como la que quiere solucionarlo con solo la repoblación, dado el estado actual de las cuencas. Uno y otro procedimiento, practicados aisladamente, son de todo punto insuficientes, y ejemplos tenemos que justifican nuestro aserto. (AYERBE, 1912)

Pedro insistiría en este aspecto, al hablar sobre la rápida colmatación de los embalses debido a la alta carga de sedimentos, en un artículo que titulaba “El desastre hidráulico” y en el que se hacía eco de una intervención de

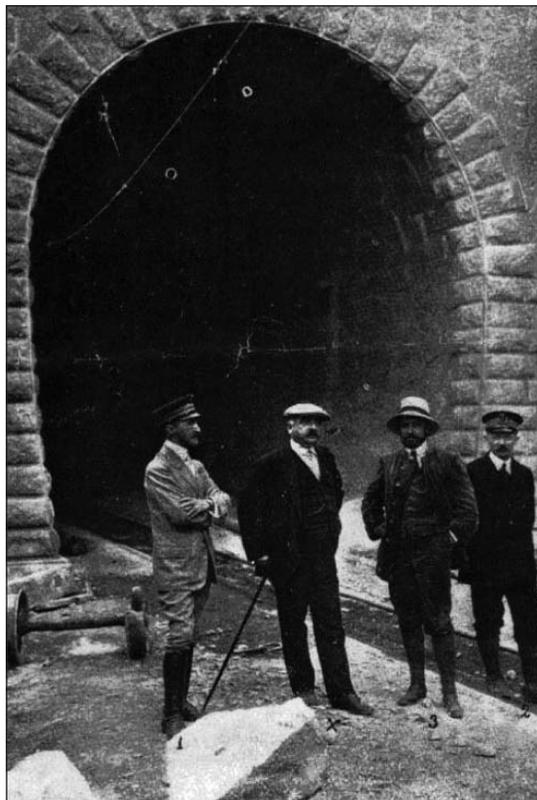
Manuel Allendesalazar en el Senado sobre la poca eficacia de los pantanos que se habían construido. Lo explicaba con estas sencillas preguntas:

[...] ¿en qué proyecto de obra hidráulica de esta clase consta el detenido estudio de la cuenca de alimentación desde el punto de vista indicado? ¿Se ha complementado en algún caso el proyecto de construcción con otro de reconstitución forestal de la cuenca, tanto para evitar el seguro aterramiento, como para la regularización del curso de agua, de la cual depende la mayor y, en muchos casos, alimentación del pantano, para poder obtener del mismo el rendimiento útil pretendido? (AYERBE, 1913a)

Por ello, Pedro fue muy partidario de que los ministros y directores generales visitasen los trabajos forestales como forma de tomar conciencia de su importancia y, así, allanasen los obstáculos burocráticos para su realización. En 1913 el director general de Agricultura, Tesifonte Gallego, visitó las obras de la defensa de la Estación Internacional de Canfranc, hecho que quedó recogido en varias revistas de la época (fig. 4). También es interesante la carta abierta que dirigió al director de la revista *España Forestal* para salir al paso de los rumores que indicaban que las obras del torrente de Los Meses habían sufrido importantes desperfectos con las lluvias caídas en julio de 1923. Pedro daba buena cuenta del estado de las obras y de lo infundado de los rumores, dejando al final una reflexión que merece destacarse:

siempre fue nuestra práctica el estar atentos a las indicaciones resultantes de la constante observación de la mayor o menor bondad de los trabajos que se ejecutan, a fin de introducir en ellos las convenientes modificaciones, pero sin olvidar por esto un momento las enseñanzas de aquel famoso epitafio: "Aquí yace un español que estando bien quiso estar mejor". Y a él nos atendemos prudentemente, en la mayoría de los casos. (AYERBE, 1923)

Otro aspecto destacado de Pedro Ayerbe fue su condición de propagandista entre la sociedad de la extraordinaria importancia del Servicio Hidrológico-Forestal. No se cansaba de repetir en sus escritos que la salvación de la agricultura y de la industria española dependía de la normalidad de sus cursos de agua, entendiendo por tal que los mismos tuvieran el mayor caudal y lo más constante posible, sin dañar con su fuerza las vertientes de los cauces y sin verter en los valles su capacidad de arrastre (AYERBE, 1908). Así, Pedro colaboró en la redacción de cartas forestales, donde se trataban diferentes cuestiones de interés para el Cuerpo, y en la realización de exposiciones forestales, como la que montó con Felipe



**Fig. 4.** Fotografía publicada en la revista *Nuevo Mundo* el 14 de agosto de 1913, que recoge la visita del director general de Agricultura, Tesifonte Gallego, a las obras de defensa contra aludes y avenidas de la Estación de Canfranc. De izquierda a derecha, Pedro Ayerbe, Tesifonte Gallego, el señor Vilatelli (ingeniero italiano responsable de la perforación del túnel) y Benito Ayerbe, en la entrada del túnel de Somport.

Romeo en Zaragoza en 1909, que fue visitada por el ministro de Fomento, José Sánchez-Guerra, el cual visitó también las obras hidrológico-forestales que se estaban iniciando en Canfranc. La labor de difusión de Pedro Ayerbe quedó plasmada en numerosos artículos (AYERBE, 1908, 1912, 1913a, 1913b, 1918, 1922). También cabe subrayar que fue académico fundador, en 1916, de la Academia de Ciencias de Zaragoza (hoy Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas, Químicas y Naturales de Zaragoza), en la cual pronunció en 1919, precisamente, el discurso de contestación al de ingreso de Nicolás Ricardo García Cañada.

*Benito Ayerbe Aísa (1872-1917)*

Primo hermano de Pedro, Benito Ayerbe Aísa nació en Sesa, pequeño municipio cercano a la capital oscense, el 15 de octubre de 1872, hijo de Rafael Ayerbe y Benita Aísa. Ingresó en la Escuela de Ingenieros de Montes en 1899 y terminó sus estudios en 1903 como número 1 de su promoción, la cuadragesimoctava (fig. 5). Ingresó en el Cuerpo el 17 de agosto de 1903 y tuvo, como primer destino, el Distrito Forestal de Huesca. El 1 de noviembre de 1906 fue destinado a la 6.<sup>a</sup> División Hidrológico-Forestal, donde se hizo cargo de la sección primera del río Aragón. Se casó con Dolores Vallés Foradada, prima hermana de la mujer de Pedro, con la que tuvo dos hijos: Rafael y Santos. Murió, de forma repentina, en 1917, a los 45 años de edad.

A diferencia de Pedro, a quien hemos visto escribiendo con frecuencia y participando en la vida intelectual de su tiempo, Benito Ayerbe fue un ingeniero volcado en la redacción y dirección de proyectos: solo conocemos de su pluma un artículo (AYERBE AÍSA, 1913), y lo dedicó, precisamente, a describir sus trabajos de corrección en Los Arañones (Canfranc).



**Fig. 5.** Retrato de Benito Ayerbe Aísa, con uniforme de residencia del Cuerpo de Ingenieros de Montes, realizado a lápiz a partir de una fotografía de la década de 1910. (Foto facilitada por Tomás Ayerbe)

Según los unánimes testimonios de la época, eran rasgos distintivos de su carácter la bondad, la modestia, la entrega absoluta a su trabajo, la capacidad de observar e interpretar los procesos en la naturaleza y la originalidad e innovación en las soluciones técnicas con las que afrontaba los problemas. Se multiplican las citas que dan fe de este carácter de atento observador e innovador. Por ejemplo, el ingeniero de Montes Francisco Bernad, destinado en la 4.<sup>a</sup> División Hidrológico-Forestal y singular propagandista de la ciencia forestal, en una carta abierta que escribe al célebre Ricardo Codornú (el ingeniero de Montes que fue conocido como *apóstol del árbol*), le comenta, acerca de su reciente visita a los trabajos de corrección que se estaban realizando en Arañones:

Cada uno de los torrentes de Arañones tiene una característica distinta: el Cargates es un torrente de arrastres; el Estiviellas es un torrente de aludes, con muy pocos arrastres, y el Epifanio participa de las dos condiciones.

Benito Ayerbe, observador como pocos, y enamorado de su obra como ninguno, me decía siempre: “En estos torrentes no hay proyecto posible de corrección *a priori*; hay que corregirlos como ellos indiquen; hay que estudiarlos constantemente, porque cada año, con el deslizamiento de la nieve, varían por completo las características”. Yo pensaba emplazar aquí un dique de tal clase, y al bajar el alud me descarnó la ladera, dejándome al descubierto variaciones en el perfil, y he tenido que variar mi propósito. Si hago el año pasado tal obra, como me proponía, hubiera sido completamente ineficaz. (BERNAD, 1919)

El mismo autor ya había subrayado años antes el modo en que Benito había creado doctrina con su canalización del torrente de Los Meses:

La cuenca de la torrentera de la derecha, la de los derrumbamientos grandes y poca recogida de aguas, está más que restaurada, reconstituida con una preciosa canalización en escalones, modelo Ayerbe, pues ni yo al menos, ni los Ingenieros que la han visitado, ni los que han visto las restauraciones francesas y suizas, declaran haber encontrado nada parecido ni un ejemplo similar de corrección. (BERNAD, 1913)

La más destacada novedad que aportó Benito a la hidrología forestal, no ya española, sino mundial, fue referida a la defensa contra aludes: el diseño conocido como *dique vacío* (fig. 6), un tipo de dique muy resistente y de notable altura, pero con una alcantarilla de fondo muy grande (unos 4 metros de ancho y 10 de alto), que retenía el alud y disipaba su energía, dejando pasar los arrastres que lo acompañaban o los que se

produjeran por fenómenos torrenciales, sin forzar de este modo innecesariamente la estructura. El origen de este originalísimo diseño, que ha pasado a ser típico de la ingeniería de Montes española, fue precisamente la observación de la naturaleza, como nos describe, con un estilo casi novelesco, el mismo Bernad:

Voy a contarte el origen de los llamados ya diques vacíos, obras de una eficacia colosal para contener los aludes; obras de las que no hacen indicación alguna, ni Demontzey, ni Thiery, ni Costa de Bastelica, ni ninguno de los autores que conocemos la generalidad, de corrección de torrentes. El año 1914 o el 1915, no estoy seguro cuál de los dos, desarraigó en otoño el viento dos grandes pinabetes en las laderas del Epifanio, a bastante distancia del emplazamiento de la estación. Al caer sobre una capa de nieve ya acumulada, quedaron cruzados en el cauce del torrente; siguió nevando, y los árboles desaparecieron por completo entre la nieve. Llegó la primavera, y la gran masa del alud se deslizó, llevando envueltos en ella los pinabetes. Bajó unos 150 o 200 metros y el alud se detuvo, sin causa aparente para ello. A los pocos días de deshielo la parte baja del alud se desprendió de la masa total, y la parte alta, que tendría seguramente 25 o 30 000 metros cúbicos, quedó en la caja del torrente, detenida por los pinabetes, que se habían empotrado por sus cabezas en un estrechamiento del cauce, por el cual, al estar atravesados, no pudieron pasar. Siguió el deshielo, formó por debajo de los troncos un verdadero túnel y allí licuaron poco a poco las masas de nieve detenidas. Al observar el efecto, Benito Ayerbe se dijo a sí mismo: “Si dos pinabetes cruzados en el cauce me producen este efecto, sustituyéndolos por un robusto dique, con un gran mechinal en el centro para que por él puedan pasar incluso árboles que bajen con el alud envueltos, el efecto debe ser muchísimo mayor”. Propuso uno, con el temor natural de todas las innovaciones, y el resultado fue sencillamente maravilloso. Allí queda el alud y allí licúa poco a poco, y por el mechinal, de cuatro metros de anchura por diez de alto, baja el agua con más o menos abundancia, según la rapidez del deshielo. Hoy hay en el Epifanio dos diques vacíos y medio (digo medio, porque al más elevado le falta la coronación y el arco de cierre del mechinal), y de ellos no pasa la nieve, ni pasará, como no se produzca una verdadera perturbación geológica. (BERNAD, 1919)

Esa constante innovación atrajo la atención sobre las obras de Benito Ayerbe de dos maneras. En primer lugar positivamente, puesto que los profesores de la Escuela de Ingenieros de Montes realizaron multitud de visitas a sus trabajos para mostrar a los alumnos ideas que todavía no estaban recogidas en ningún libro de texto (ANÓNIMO, 1917). De hecho, a través de estas visitas los Ayerbe influían también en la creación de una ciencia

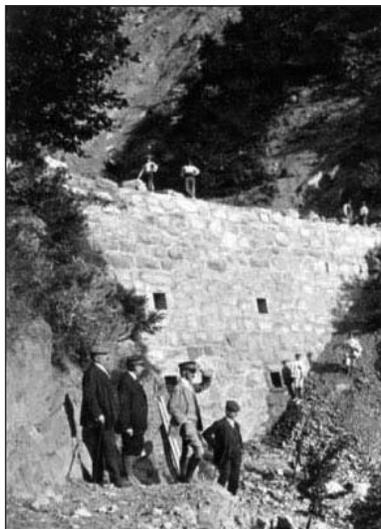


**Fig. 6.** Un ejemplo de los *diques vacíos* inventados por Benito Ayerbe. El de la imagen fue construido por José María Ayerbe en el torrente de Estiviellas (Canfranc). En este caso particular, al habitual gran mechina de fondo se añaden otros diez mechinales algo menores alineados a un nivel superior. (Foto facilitada por Tomás Ayerbe)

hidrológico-forestal propiamente española. Es de destacar, en este sentido, su conexión con uno de los más prestigiosos ingenieros de Montes del primer tercio del siglo XX, Fernando Baró Zorrilla, a la sazón profesor de Transportes Forestales en la Escuela, quien visitó en 1913 las obras de Pedro Ayerbe en Biescas y de Benito Ayerbe en Canfranc (BARÓ, 1913) (fig. 7). Baró impartiría en 1917 unas interesantísimas conferencias en el Ateneo de Madrid, luego reunidas en forma de libro (BARÓ, 1917), en las cuales ya se recogen, como cuerpo de doctrina aún incipiente, los progresos hechos en las divisiones hidrológico-forestales, de cuyos ingenieros Baró se reconoce expresamente deudor:

Y, en fin, a la juventud forestal aquí reunida, hombres del mañana, y en quien la Patria espera; seguid el ejemplo de esos dignísimos Ingenieros cuya obra os he mostrado y cuyos nombres callo por no herir su modestia; han luchado [...] y han vencido, faltos de recursos materiales muchas veces, faltos del aura popular cuya enemiga han soportado con esa heroica resignación que da la fe en la causa y en la ciencia, y ni aun siquiera han recibido el justo aplauso de quienes deben conocer la utilísimas labor que han realizado.

Pero también, como es frecuente, los éxitos profesionales de Benito Ayerbe provocaron las críticas de algunos compañeros, que consideraban que rozaba la temeridad. Sin embargo, Benito tenía una extraordinaria seguridad y confianza en el acierto de sus decisiones, confianza que, sin duda, se basaba



**Fig. 7.** De izquierda a derecha, Tesifonte Gallego, Benito Ayerbe y Pedro Ayerbe, al pie de uno de los diques de defensa de la Estación de Canfranc. Fotografía tomada en 1913 con motivo de la visita realizada a las obras por el director general. (Foto facilitada por Tomás Ayerbe)

en una profunda reflexión previa. El mismo Bernad nos da un buen ejemplo, al tratar de la restauración del torrente de Los Meses, en un texto en el que se indica que también Pedro participaba de esa seguridad en uno mismo:

Al pie del dique primero, y en medio de las sonrisas cariñosas de las gentes de Canfranc, estableció Ayerbe su vivero en el sitio más peligroso y por donde la avenida invadía el pueblo. ¡Varios años lleva dando plantas y las que dará!, porque no hay señal que el torrente se quiera o se pueda meter con él, por ahora al menos [...] En la parte que ofrece más peligro de derrumbamiento, estableció nuestro Ayerbe un refugio para los obreros y depósito de herramientas. En esto de los emplazamientos de cosas permanentes en sitios de peligro, hay algo de manía de familia, pues el Ayerbe del Arratiecho [su primo Pedro], también estableció su vivero en la parte, al parecer, más peligrosa, y allí sigue; todo lo cual no indica más que la convicción que poseen de que lo que hacen es eficaz y de seguro éxito. (BERNAD, 1913)

Precisamente, este mismo texto de Bernad menciona otra crítica que parece recaía sobre los Ayerbe, la de que eran más ingenieros de mampostería que de repoblación, y la respuesta es inapelable:

Y vamos a la parte que hasta ahora dio lugar a más comentarios, muchos bordeando la censura, lanzados por algunos espíritus críticos, superintelectuales y aficionados a juzgar de las cosas de memoria. A mí me dicen que soy un apasionado de los trabajos del Pirineo aragonés; no es verdad; digo lo que veo y veo ese problema difícil, brillantemente resuelto por Ingenieros modestos, que hasta que han vencido en su difícil empresa, no han pensado en proporcionarse personalmente un átomo de comodidad. Dicen los comentaristas censores, que los Ayerbe dedican más atención a las obras que a la repoblación, y yo, no con razones aquí, sino recorriendo las Divisiones, les demostraría que casi en ninguna se lleva al campo más planta que en el Pirineo aragonés [...] Y termino felicitando muy cariñosamente al Sr. Ayerbe y rogándole desdeñe, desde la altura en que su trabajo felizmente para todos lo ha colocado, esas pequeñas murmuraciones y cavilaciones, de los que tengo la seguridad de que, si se tomaran la molestia de hacer una agradable expedición por el Pirineo, variarían de manera de pensar, como no quieran sentar plaza de mentecatos. (BERNAD, 1913)

Estas críticas no nos extrañan: con su constante trabajo y sus reiterados aciertos, los Ayerbe ponían en evidencia a algunos compañeros que parecían haber olvidado que el lema dado a la ingeniería de Montes española desde la fundación de su primera Escuela Especial es “Saber es hacer; el que no hace, no sabe”. Ya de su primo hermano Pedro habían hablado también los críticos, y la incisiva respuesta la daba una publicación de tanto prestigio en el mundo de la ingeniería española como la revista *Madrid Científico*:

¿Vida oficial del Sr. Ayerbe? Cuarenta años de servicios, día por día, sin haber hecho uso de licencia más que una vez en un mes. El señor Ayerbe fue el primero que acometió en España los grandes trabajos de ingeniería de montaña y a él se deben la corrección y encauzamiento de las ingentes torrenteras de las vertientes pirenaicas, completando su obra con meritísima labor de repoblación forestal. Entre su labor y la de los forestales teorizantes de nuestra villa y corte, fracasados en cuantas empresas han intervenido, hay alguna diferencia. (ANÓNIMO, 1930: 201)

De hecho, fuera de esas críticas tan poco fundadas, Benito Ayerbe recibió, en vida y a su muerte, el unánime reconocimiento de cuantos le trataron. Bernad señala, por ejemplo, el extraordinario aprecio en que le tenían los ingenieros y arquitectos encargados de la obra del ferrocarril y de la Estación Internacional:

He pasado unos días en el Pirineo aragonés con el buen Benito de Ayerbe, que tiene a su cargo la papeleta hoy de más entidad y compromiso del

oficio, porque trabaja en una zona donde los censores que puede tener son *indocumentados*, del tipo de los Ingenieros del ferrocarril del Norte, la Inspección del Estado en la construcción del túnel y estación internacional y los italianos que han hecho la perforación del túnel de Somport [...] Y en estas condiciones, lo primero que en Canfranc, los Arañones, se echa de ver, es el cariñoso respeto con que todas estas entidades se dirigen a nuestro gran Benito, consultándole, así como de pasada, más de un incidente de sus obras, y, recíprocamente, la forma cortés en que responden cuando el de Ayerbe, para la solución de sus cosas, a ellos se dirige. (BERNAD, 1913)

En el mismo sentido se expresaron Florentino Azpeitia Florén (ingeniero de Montes que llegaría a ser director general de Montes, Caza y Pesca Fluvial, y que, como veremos, fue destinado muy joven a la sección de Canfranc y acompañaría a Benito en los últimos años de su vida) y la redacción de la *Revista de Montes* (órgano oficioso de expresión del Cuerpo de Ingenieros de Montes):

Con él no solo desaparecía el competente iniciador de estos notables trabajos en España, sino también un atento observador de la Naturaleza que a fuerza de constancia y estudio había conseguido adquirir un profundo conocimiento de estos fenómenos y una gran experiencia para interpretar debidamente los más pequeños detalles. (AZPEITIA, 1922a)

Honda pena nos causa tener que dar cuenta a nuestros lectores de la pérdida, por todos conceptos dolorosa, de un ingeniero distinguidísimo y un amigo entrañable, cuya figura ocupará siempre un lugar preeminente entre los que han iniciado en España el importante servicio de la restauración de montañas. Cobróle afecto, por sus bondades, cuantos tuvieron la suerte de tratarle, y diéronle merecida fama, por sus aciertos, los trabajos que practicó en las vertientes de Canfranc, dejando tras de sí una obra cuyos prestigios brillarán más claramente libres de las sombras de la modestia en que cuidaba de envolverlos. (ANÓNIMO, 1917)

### *José María Ayerbe Vallés (1902-1972)*

Hijo de Pedro Ayerbe Allué y María del Carmen Vallés, José María nació el 8 de enero de 1902 en Huesca. Cursó la carrera de ingeniero de Montes, que terminaría en 1926 con el número 3 de la septuagesimosegunda promoción (figs. 8 y 9). Muy significativamente, fue número 2 de esa misma promoción José María García Nájera, a quien haremos luego referencia como autor de un texto clásico sobre hidrología forestal.



**Fig. 8.** José María Ayerbe Vallés, con uniforme de gala del Cuerpo de Ingenieros de Montes. (Foto facilitada por Tomás Ayerbe)



**Fig. 9.** Curiosa fotografía de los alumnos de la septuagesimosegunda promoción de la Escuela de Ingenieros de Montes: con las sillas del aula de dibujo construyeron un arco triunfal. José María Ayerbe es el segundo por la izquierda. El resto de los compañeros son Luis Carderera, José María García Nájera, Matías Urruticoechea y Recaredo Sáez de Santa María. (Foto facilitada por Tomás Ayerbe)

José María se casó el 6 de junio de 1928 con María Pilar Mora Monforte y tuvieron siete hijos: Pilar, Pedro, José, María Jesús, Tomás, Carmen y Javier. Si bien ninguno siguió los caminos profesionales de su padre, Tomás ha mantenido y mantiene la memoria viva de los trabajos forestales de sus familiares.

Aunque parece ser que no ingresó formalmente en el Cuerpo de Ingenieros de Montes hasta 1939, a causa de la falta de vacantes, ya en 1928 consta destinado en la Confederación Hidrográfica del Duero. Allí proyectó y dirigió una notabilísima obra de corrección hidrológico-forestal, la restauración de las llamadas cuestas de Saldaña (Palencia), unos páramos detríticos que padecían una erosión extraordinariamente grave. Para su restauración, José María redactó en 1928 y 1930 sendos proyectos de repoblación y corrección, cuya ejecución supuso la repoblación forestal de más de 1000 hectáreas y la construcción de cientos de diques de gaviones (fig. 10). Recientemente, han



**Fig. 10.** José María Ayerbe, en el centro, en su época en la Confederación Hidrográfica del Duero. Probablemente la fotografía se tomara en el bienio radical-cedista de la Segunda República (1933-1935), durante los trabajos de repoblación de las cuestas de Saldaña (Palencia), puesto que el personaje de la derecha es Ricardo Cortes Villasana, abogado y diputado de la Confederación Española de Derechas Autónomas (CEDA) en las Cortes republicanas, muy vinculado a Saldaña, y que fue asesinado por el bando republicano en Madrid en 1936. El personaje de la izquierda es el líder de la CEDA, José María Gil-Robles y Quiñones de León. (Foto facilitada por Tomás Ayerbe)

sido estudiados los resultados a largo plazo de la restauración hecha por Ayerbe en Saldaña (NAVARRO, MONGIL y ARAUJO, 2013), con la conclusión de que se trata de un gran éxito, en todos los aspectos.

A inicios de 1943 José María consiguió su traslado a Huesca, cuando se incorporó a la 6.<sup>a</sup> División Hidrológico-Forestal. Accedió a su Jefatura en 1961, cuando la División se había ya convertido en un servicio dependiente del Patrimonio Forestal del Estado, organismo creado en 1935 y refundado en 1941, y que a partir de 1955 pasó a ser, a su vez, una subdirección de la Dirección General de Montes, Caza y Pesca Fluvial.

José María fue un sucesor de los trabajos de su padre, Pedro, y sobre todo de su tío Benito, en las obras de defensa contra aludes en el Pirineo altoaragonés. En 1947 dirigió y redactó un nuevo proyecto de defensa de la Estación Internacional de Canfranc, que tenía por objeto defender las zonas todavía vulnerables que no se habían corregido con los proyectos anteriores según el plan de 1919. Con el proyecto se trataba de impedir la formación de aludes, disminuyendo la pendiente de la ladera con puentes de nieve, y de contener los bloques de piedra que pudieran desprenderse, con obras de retención como los muros de mampostería hidráulica (TORNIL, 1992). En 1955 redactó el proyecto de defensa contra aludes del balneario de Panticosa. Más adelante detallaremos la ejecución de estos proyectos.

Desde el punto de vista teórico, la aportación principal de José María Ayerbe a la hidrología forestal española fue la adaptación a España de los estudios sobre la física de la nieve realizados por suizos y franceses en las décadas de 1930 y 1940, que había estudiado con detenimiento (AYERBE, 1949). Fue, por tanto, el pionero de la nivología en España, ciencia nacida en Suiza en 1931, según él mismo relata. Los puentes de nieve, los nuevos modelos de diques vacíos o los diques rastrillo son algunas de las innovaciones de José María en los trabajos de defensa contra aludes (AYERBE, 1953, 1954, 1955, 1967a). De especial relevancia fue el capítulo que redactó en la segunda edición de los *Principios de hidráulica torrencial*, escrito por su compañero de promoción José María García Nájera (AYERBE, 1962). Como señala este en el prólogo del libro, los trabajos de José María habían conseguido reconocimiento internacional:

[...] mi querido compañero José María Ayerbe Vallés, Ingeniero Jefe de la 6.<sup>a</sup> División Hidrológico Forestal, que con tan brillante éxito continuó los

trabajos de defensa contra los aludes iniciados por familiares suyos y perfeccionados por él con otros originales que causaron un justificado asombro a los Congresistas de la FAO, que visitaron el pasado año de 1961, y esto teniendo en cuenta que entre ellos figuraban ingenieros suizos, que se han considerado siempre como maestros en tal materia. (GARCÍA NÁJERA, 1962)

Al igual que su padre, José María publicó numerosos escritos de divulgación de los trabajos de restauración hidrológico-forestal (AYERBE, 1952, 1955, 1965, 1967*b*). Y, como él, insistió en el carácter integrador de la hidrología forestal, complemento inexcusable de las obras hidráulicas:

Así pues, la cubierta vegetal constituye el elemento natural de la regulación hidráulica de una cuenca, y existe otro elemento, el almacenamiento por medio de embalses, que proporciona el modo artificial que complementa al natural. Las repoblaciones forestales regulan los caudales y protegen el suelo, conservándolo y evitando su aterramiento [...] Al templar esta marcha de agua sobre las superficies de las cuencas y limitar el transporte de materiales, serán el mejor colaborador de los embalses para ser ambos trabajos el fundamento de toda cuenca hidrográfica bien ordenada. (AYERBE, 1967*b*: 433)

José María Ayerbe falleció el 13 de junio de 1972.

#### TRABAJOS MÁS DESTACADOS DE LOS AYERBE EN LA CUENCA DEL GÁLLEGO

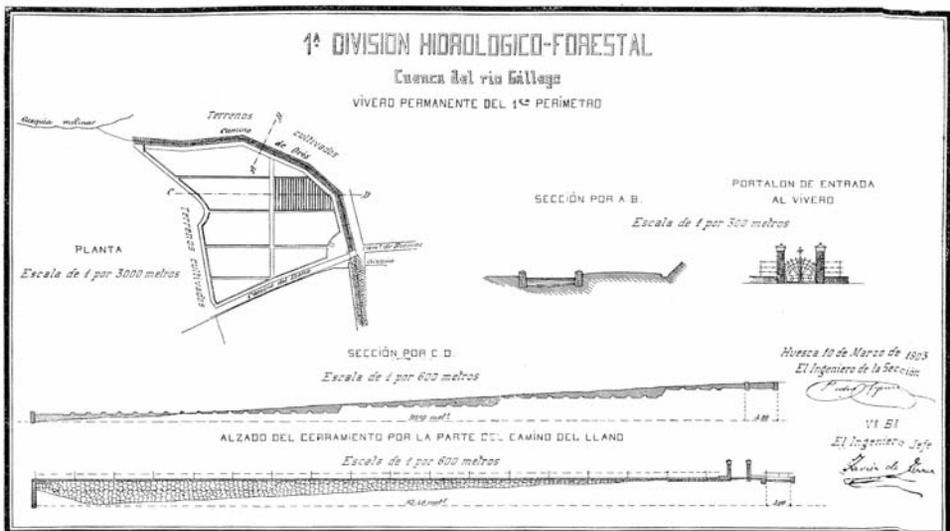
Desde su adscripción al Servicio Hidrológico-Forestal, Pedro Ayerbe trabajó en la cuenca del río Gállego. Apenas un año y medio después de su llegada, el 25 de noviembre de 1902, presentó la *Memoria de reconocimiento general de la cuenca del Gállego*. En ella recogía la necesidad de la corrección hidrológico-forestal de diferentes torrentes, entre los que destacaban por su peligro los denominados Gabardo y del Escalar, Merdeacero, Arás, Escuer y Arratiecho (FERRER y REIG, 1905). Finalmente, los trabajos de los ingenieros de Montes en la cuenca del río Gállego se centraron, sobre todo, en la corrección de los torrentes de Arratiecho, Arás, Sía, Escuer y Arguisal, y en la defensa contra aludes del balneario de Panticosa.

#### *Torrente de Arratiecho*

Pocos meses después de presentar la *Memoria*, en enero de 1903, Pedro elaboró el estudio de la primera sección de dicha cuenca, que comprendía

el torrente de Arratiecho; y el 10 de marzo de ese mismo año, con una celeridad asombrosa, presentó el proyecto para la corrección de dicho torrente. La necesidad de esta corrección era evidente: la amenaza que constituían las avenidas y el arrastre de sólidos para la población de Biescas, la carretera a Yésero y los cultivos de la vega.

Según describió Pedro Ayerbe, la cuenca del Arratiecho era de solo 160 hectáreas, con un cauce principal de 2500 metros; su carácter torrencial se manifestaba a partir de la llanura de Lastes, con una excavación profunda debido al derrumbamiento de las laderas margosas. El cauce terminaba en una cascada de 18 a 20 metros de altura. Las obras recogidas en su proyecto eran las siguientes: *i*) formación de un vivero permanente en la parte baja y otro volante en la parte media de la cuenca; *ii*) construcción de un dique de consolidación; *iii*) encauzamiento y canalización del lecho de desagüe, con los necesarios diques rústicos; *iv*) varios diques secos; *v*) numerosas palizadas para detener las erosiones en la cuenca de recepción; *vi*) casa forestal para albergue del peón-guarda; *vii*) senda de 1,5 metros de anchura con cuneta desde la carretera de Biescas a Gavín hasta la partida de Lastes; *viii*) cerramiento del vivero permanente (fig. 11); *ix*) siembra de los



**Fig. 11.** Plano del vivero forestal de Arratiecho, diseñado por Pedro Ayerbe. (FERRER y REIG, 1905)

taludes de la senda, y x) adquisición de herramientas y varios terrenos de propiedad particular. El presupuesto total ascendía a 39 472,59 pesetas (FERRER y REIG, 1905).

En 1903 el presupuesto habilitado fue solo de 1000 pesetas, para la compra de herramientas y útiles. Las obras comenzaron en 1904, con un presupuesto de 29 516 pesetas, mediante la construcción de dos diques de mampostería hidráulica de una altura de entre 4,5 y 6 metros, varios tramos de canalización y numerosos pequeños diques. La eficacia de estos trabajos iniciales se comprobó enseguida, con la tormenta que tuvo lugar el 12 de septiembre de ese mismo año. Según dio noticia la *Revista de Montes*, la crecida que tuvo lugar fue muy superior a las que se recordaban en la localidad, de modo que los operarios que trabajaban en la obra huyeron en busca de refugio, creyendo que la impetuosidad de la avenida arrasaría las obras que habían levantado. Pasada la tormenta, fueron a reconocer los daños, y para su sorpresa no había ninguno:

El gran dique superior quedó casi aterrado sin sufrir el más pequeño desperfecto; en el inferior se modificó la línea de aterramiento, dibujándose la pendiente de compensación que con estos trabajos se busca, y los intermedios resistieron perfectamente la avenida. El triunfo fue, pues, completo, a pesar de que no se habían dado por terminadas las obras y de que no se había comenzado aún la repoblación forestal de aquellos terrenos. El encargado de estos trabajos es nuestro estimado compañero D. Pedro Ayerbe, a quien felicitamos por el éxito de los mismos [...] El hecho referido en esta crónica merece fijar la atención de los forestales, por no haberse corregido aún en España torrentes de esta importancia, y creemos que estos trabajos, a medida que se vayan extendiendo, serán los mejores propagandistas de la causa forestal y sus más elocuentes defensores. (ANÓNIMO, 1904)

En 1907 las obras estaban prácticamente terminadas (fig. 12). Para la restauración de la cubierta vegetal en la cuenca se había instalado ya un vivero permanente de una hectárea, además de dos viveros volantes. Se sembraron 300 hectáreas con pino silvestre y roble, y otras 3 hectáreas con pino piñonero y castaño, para la restauración en el cono de deyección. En los taludes de los caminos forestales y aterramientos de los diques se sembraron pinos, robles, olmos y especies pratenses. En los terrenos restaurados de los torrenteras y en las orillas del nuevo cauce se plantaron 9000 abedules, 3000 olmos y 2900 plantones, púas y estacas de chopos, sauces y otras especies de frondosas.



**Fig. 12.** Torrente de Arratiecho. Corrección del cauce principal terminada y concha de erosión de la margen izquierda. En primer término, familiares de los trabajadores subiéndoles la comida. (Foto: Pedro Ayerbe)

Se construyeron cuatro grandes diques con la función de contención y consolidación de laderas, así como diques rústicos intermedios, formando un nuevo cauce escalonado. La parte encauzada abarca una longitud de 1305 metros, con setenta y cinco diques que varían entre 1 y 5 metros de altura. Asimismo, se corrigieron las erosiones de los pequeños torrentes que confluyen en el cauce principal, mediante diques, muretes, paredillas y empalizadas. El número de estas obras supera el centenar. La longitud de muretes y paredillas supera, en algunos casos, los 30 metros.

### *Torrente de Arás*

Según indican FERRER y REIG (1905) en la *Memoria de reconocimiento general de la cuenca del Gállego*, Pedro Ayerbe señala, en la cuenca del torrente de Arás, la ausencia total de una vegetación arbórea con espesura normal y la presencia de margas azules fácilmente deleznable, aspectos ambos que facilitaban que los torrentes excavaran profundos surcos con paramentos casi verticales. Testigos de esa peculiar geología eran las pintorescas formaciones conocidas como *señoritas de Arás*, grandes bloques espaciados que se ubican a modo de capiteles en la parte más elevada de

unas columnas de tierra. Otros muchos bloques se encontraban en disposición de ser arrastrados por las fuertes crecidas, toda vez que su base ya había sido erosionada.

Las amenazas que planteaba la cuenca en ese estado afectaban a los cultivos y al mismo municipio de Yosa, y sobre todo a la carretera de Francia y Panticosa, que se veía frecuentemente inundada y convertida en una rambla (fig. 13). Según los mismos autores, incluso Pedro Ayerbe había sufrido las consecuencias de las crecidas del torrente en repetidas veces, habiendo tenido que abandonar el carruaje y subir al caballo en una de ellas y sufriendo la pérdida del equipaje en otra. En este último caso fue tan rápida la crecida que al entrar en la corriente el agua tan solo cubría los cascotes de los caballos y al salir de ella era tanta su violencia que arrancó los equipajes, que iban fuertemente atados en la parte posterior del carruaje.

No tenemos conocimiento preciso de cuándo se inician las obras, pero se deduce que fue en 1907, con la cimentación del primer gran dique. Los trabajos de corrección se fueron realizando con un ritmo lento a lo largo de estos años. En la propuesta de trabajos para 1930, Antonio Pascual, ingeniero de Montes destinado en la sección primera de la 6.<sup>a</sup> División, dejaba



**Fig. 13.** La crecida de las aguas en el cono de deyección del torrente de Arás dificulta su cruce por el autobús de la Hispano-Tensina y obliga a los pasajeros a descender para poder vadearlo. (Foto: Pedro Ayerbe)

constancia de la necesidad de redactar un proyecto completo de corrección del torrente, a la vista de los daños ocasionados por las fuertes precipitaciones ocurridas en junio de 1929. En 1930, una vez jubilado Pedro Ayerbe, Mariano Borderas Monforte, que había sido destinado a esta división en 1927 procedente del Distrito Forestal de Huesca, redacta un proyecto de corrección del torrente que es el más antiguo hallado hasta hoy referido a este cauce, y que extracta NICOLÁS (2001). El Ministerio aprobó el proyecto por orden del 11 de mayo de 1931. En él Borderas repasa el estado de las obras anteriores: aunque se había trabajado mucho en la garganta con la construcción de unos 1000 metros de canalización, quince diques transversales y la repoblación forestal de las laderas, todavía era mucho el trabajo por hacer:

A partir de la confluencia de los torrentes de Betés y Yosa, comienza el tramo amenazador del torrente Arás, cuyas laderas constituyen una continua erosión de paredes verticales del más desconsolador aspecto [...] Así como la cuenca del torrente que nos ocupa presenta un relativo buen estado de conservación, favorable a nuestros trabajos, sin embargo, la garganta, particularmente en sus tramos medio y bajo, tiene el más desconsolador aspecto, por presentar las laderas y el lecho socavables.

Frente a esta situación, Borderas planteó las siguientes soluciones:

estacadas, enfajinados y muretes en las laderas erosionadas [...] La socavación longitudinal la evitaremos con la instalación de algunos diques de consolidación en la garganta que al mismo tiempo darán estabilidad al terreno [...] Una vez rellenados los asurcamientos de las laderas a favor de las estacadas y enfajinados procederemos a su repoblación por medio de plantas herbáceas, primero, y arbustivas y arbóreas, después. Al propio tiempo efectuaremos la repoblación con resinosas por encima de las erosiones, logrando así una influencia directa sobre las mismas disminuyendo el gasto, perdiendo el agua su masa y velocidad y por tanto su potencia de socavación.

Los trabajos de repoblación los estimaba en 500 hectáreas, a las que había que añadir otras 350 de creación de pastizales para atender a las necesidades de la ganadería existente (fig. 14). Entre las especies que podían usarse, proponía *Pinus sylvestris* y *Pinus uncinata*. Para completar la labor de fijación de las laderas realizada con los enfajinados, Borderas utilizó especies rústicas de rápido crecimiento y extenso sistema radical. Según la mayor o menor humedad del suelo, planteaba la utilización de sauces o mezclas de ailantos y acacias. Para la plantación en el cono de deyección utilizó chopos.



**Fig. 14.** Repoblación y obras de corrección del torrente de Arás. (Fotos: José María Ayerbe)

Los muros, enfajinados y palizadas proyectados superaban los 30 kilómetros de barreras vegetales y más de 25 000 m<sup>3</sup> de mampostería para la construcción de los muretes. Asimismo, para la corrección de la garganta planteaba la construcción de once diques de consolidación y diez de segundo orden. En el entorno del pueblo de Yosa diseñó un drenaje. El presupuesto del proyecto ascendió a algo más de 2 millones de pesetas. Las obras se supone que se fueron desarrollando a lo largo de la década de 1930, con las limitaciones impuestas por la escasez de presupuesto y por la Guerra Civil, durante la cual Mariano Borderas murió en Valencia, el 12 de diciembre de 1938.

Es posible que a Borderas le sucediese Jenaro Brun Arqué, quien firma los planos de la canalización en 1939 (NICOLÁS, 2001). Finalmente, en 1943 asume la dirección de las obras José María Ayerbe Vallés. Son de imaginar la ilusión y la responsabilidad que sentiría al asumir la conclusión de los trabajos iniciados por su padre, como también sucedería con los de Arañones, en este caso de su tío Benito. De hecho, la corrección casi se puede decir que fue un asunto de familia, dado que Mariano Borderas también era pariente, en este caso, de la mujer de José María.

No hay muchos datos sobre los trabajos realizados en las décadas de 1940 y 1950, si bien consta que en 1954 la inversión en la corrección del torrente había sido de 836 126 pesetas, lo que representaba el 22% del total

**Tabla 1.** Relación de trabajos realizados en el torrente de Arás en las décadas de 1950 y 1960.

<i>Año</i>	<i>Trabajos</i>	<i>Inversión (ptas.)</i>
1953	Construcción de diques (2100 m <sup>3</sup> de mampostería hidráulica y 200 m <sup>3</sup> de gaviones metálicos).	
1954	Trabajos de corrección en el torrente de Arás.	836 126
1957	Corrección de los torrentes de Hornillos, Arás, Foratula, La Canal...	
1963	Trabajos en la canalización.	
1964	Dique en Aso de Sobremonte.	

de la inversión de la División ese año (NICOLÁS, 2001). En la tabla 1 se relacionan los trabajos en el torrente de Arás según las memorias del Patrimonio Forestal del Estado y de la Dirección General de Montes, Caza y Pesca Fluvial.

Finalmente, en 1964, ya como jefe de la División del Ebro del Patrimonio Forestal del Estado, José María daba por corregido el torrente de Arás, cincuenta y siete años después del inicio de los trabajos por su padre, Pedro. Cuánta razón llevaban José Reig y Francisco Bernad cuando al comienzo de los trabajos de corrección del torrente le dijeron a Pedro Ayerbe una frase que se ha convertido poco menos que en un refrán: “¡En el Arás... sudarás!”.

El hecho de que la avenida del torrente de Arás acaecida la tarde del 7 de agosto de 1996 causara la trágica muerte de ochenta y siete personas y la ruina de gran parte (que no todas) de las obras de corrección no debe ser interpretado, como lo ha sido en ocasiones (por ejemplo, en AYALA, 2002), como un fracaso *estrepitoso* de la corrección. La intervención hidrológico-forestal siempre reduce la magnitud de la riada, pero es de todos sabido que no puede considerarse una solución absoluta y eterna a los riesgos naturales de inundación: es una defensa que en circunstancias extremas, que antes o después se producirán, puede ser sobrepasada, lo cual ha de ser tenido en cuenta para la seguridad de bienes y personas, y más en un cono de deyección. La corrección del Arás cumplió a la perfección su cometido durante décadas, como hemos visto, pero eso no debe conducir jamás a una falsa sensación de seguridad absoluta. Como señaló la sentencia de 21 de diciembre de 2005, dictada por la Sala de lo Contencioso-Administrativo

de la Audiencia Nacional (confirmada por la sentencia de 11 de octubre de 2010, de la Sala de lo Contencioso del Tribunal Supremo), las Administraciones competentes debieran haber previsto que ese desbordamiento de la corrección podía, razonablemente, producirse, como de hecho se les avisó:

a la hora de buscar ubicación del referido camping [...] no se valoraron por las Administraciones Públicas legalmente obligadas a ello, y con los medios científicos y técnicos de que disponían [...] más cuando también se expondrá, distintos técnicos previeron, ya en la fecha de la ubicación y con anterioridad al suceso, el peligro de esa ubicación [...] En resumen, de haber tenido en cuenta todo lo anteriormente expuesto, las Administraciones demandadas competentes [...] hubieran llegado a la conclusión de que el lugar en donde finalmente se colocó el camping no era el idóneo para la seguridad de las personas y de sus bienes.

La ruina de gran parte de las obras de corrección exigió la elaboración de un nuevo proyecto, que comenzó ese mismo año de 1996 con diferentes actuaciones de emergencia. A mediados de 1997 se terminó de redactar la primera fase del proyecto, que comprendía las actuaciones más urgentes, las cuales se ejecutaron ese mismo año con un coste de 1200 millones de pesetas. Acabada la primera fase, se comenzó con la segunda, que tenía por objeto completar la estabilización del perfil longitudinal del torrente, consolidando lechos y márgenes y regulando los caudales sólidos, con una inversión de 1094 millones de pesetas (NICOLÁS, 2001).

### *Torrente de Arguisal*

Hemos hallado poca información sobre la corrección de este torrente, que en 1922 se encontraba muy adelantada (AYERBE, 1922). Según TARAZONA (2013a), en 1913 ya habían comenzado los trabajos de corrección en este cauce, mediante la canalización de un corto tramo, y continuaron en 1914 con la canalización de otro tramo más, que incluyó la construcción de al menos dos pequeños diques. En 1916 los trabajos consistieron en la construcción de otros dos diques de unos 3 metros de altura cada uno. Los trabajos prosiguieron los años posteriores, pues este autor refiere que entre 1926 y 1927 se construyeron dos diques más. Finalmente, entre 1930-1935 se realizó una nueva canalización justo por encima de la carretera que comunica Sabiñánigo con Biescas (fig. 15); con su ejecución se evitaban



**Fig. 15.** Dique de primer orden en el torrente de Arguisal. (Foto: Pedro Ayerbe)

los habituales cortes de esta vía debido a los desbordamientos del Arguisal y a los numerosos arrastres de áridos que traían consigo.

### *Torrente de Escuer*

Corregido el torrente de Arratiecho y adelantada la corrección del de Arás, se comienzan los estudios para la corrección del torrente de Escuer a comienzos de la década de 1920 (AYERBE, 1922). FERRER y REIG (1905), reproduciendo la descripción que Pedro Ayerbe hiciera de ese torrente en su *Memoria de reconocimiento general de la cuenca del Gállego*, indicaban que el estado de la cuenca del torrente era una muestra patente de los desastrosos efectos que producía la denudación de los terrenos margosos:

Únicamente la lucha por la existencia, la satisfacción de la primera necesidad y la ignorancia, por no llamarla egoísmo, del presente, pudo inducir a los vecinos del citado pueblo a roturar casi totalmente la cuenca de recepción del torrente, dejando tan solo poblada de pino y abeto una reducida extensión, pues las aguas, como hubiera debido preverse, empezaron a abrir surcos cada vez mayores y a formar lavas que arrastraban cuanto se ponía a su paso. Iniciada la excavación en el canal de desagüe,

fue profundizándose el lecho y produciéndose el consiguiente desprendimiento de las laderas y el intenso acarreo de los materiales que dio lugar al dilatado cono de deyección que hoy aparece.

El propio Pedro indicaba que la corrección del torrente de Escuer representaba un caso típico, incluso superior al de los torrentes anteriores, de los beneficios que la restauración hidrológico-forestal podía proporcionar a la riqueza nacional:

[...] desaparición de la casi totalidad del arbolado de monte y de los cultivos, que han tenido que ser abandonados; aterramiento de la mayor parte de la vega, y amenazado tan seriamente el poblado, que, en evitación de una catástrofe, se dispone el vecindario en masa a abandonarlo y a emplazarlo de nuevo en una parte del lecho de deyección, garantizado de todo peligro por los trabajos de corrección a realizar [...] la situación, trazada a grandes rasgos, sin entrar en interesantes detalles, no puede ser, como se ve, más crítica. De no existir el Servicio Hidrológico-Forestal, que bien merece el calificativo de providencial, el pueblo de Escuer desaparecería y sus moradores tendrían que buscar en la emigración su necesario sustento. (AYERBE, 1922)

No hemos hallado más referencias sobre la evolución de los trabajos durante estos años. El primer proyecto del que hemos tenido noticia es el de Jenaro Brun Arqué, redactado en 1935 y definitivamente aprobado en 1940, que preveía la repoblación con especies resinosas en 195 hectáreas y con “especies rústicas de gran raigambre” (sauces, abedules, etcétera) en 13,43 hectáreas de laderas especialmente erosionadas y en 53,48 hectáreas del cono de deyección del torrente, tal como cita TARAZONA (2013*b*). Según este mismo autor, los trabajos de corrección consistían en la construcción de muretes de mampostería y gaviones, siguiendo las curvas de nivel e intercalando entre ellos 35 kilómetros de enfajinados. En la garganta se construyeron varios diques de consolidación. Entre los nueve diques de primer orden y un número indeterminado de diques secundarios, sumaban un total de 28 000 m<sup>3</sup> de mampostería hidráulica, cifra a la que había que añadir otros 18 000 m<sup>3</sup> más entre gaviones y muros. Dentro de los trabajos auxiliares se contempló la construcción de hasta 6 kilómetros de sendas, de 1 metro de anchura, así como un albergue donde guardar herramientas y material o donde poder guarecer a los propios obreros. Dejó para el último momento, una vez acabados los diques y comprobada su efectividad, la necesidad de llegar a construir la canalización del cauce en su cono de deyección. El presupuesto de corrección ascendía a 1 460 882 pesetas.

En 1954 continuaban los trabajos en este torrente, como recoge la memoria del Patrimonio Forestal del Estado correspondiente a dicho año, donde se menciona la ejecución de trabajos de corrección por un importe de 505 172 pesetas.

### *Torrente de Sía*

Afluyente del río Gállego por su margen izquierda, al igual que el torrente de Arratiecho, confluye en aquel aguas abajo de la localidad de Biescas. Según José María Ayerbe, los arrastres que producía el barranco del Sía provocaban con frecuencia cortes en la carretera que comunicaba Biescas con Broto, que en palabras del mismo autor es una “importante vía de comunicación del Alto Aragón, que une las cuencas de los ríos Gállego y Cinca, por la que existe un intenso tráfico, principalmente transporte de maderas y que a menudo se ve interrumpido por los daños que originan estos torrentes”. El proyecto de corrección fue redactado por José María el 20 de mayo de 1953. Un año antes, en 1952, había redactado el proyecto de corrección del barranco de Larbesa, afluente del Sía (TARAZONA, 2013c).

Según los datos recogidos por TARAZONA (2013c), la cuenca del Sía abarca una superficie de 458 hectáreas y presenta una pendiente media de



**Fig. 16.** Gran dique de mampostería hidráulica construido en el torrente de Sía en 1962, según la memoria de los trabajos realizados en ese año por la Dirección General de Montes, Caza y Pesca Fluvial. (Foto: José María Ayerbe)

sus laderas que oscila entre el 12 y el 55%. El proyecto de corrección contemplaba la construcción de más de cien diques en la cuenca, ubicados del siguiente modo: veinticuatro en el barranco del Sía (fig. 16), veinte en el barranco del Humo, treinta y cinco en el barranco Labayo I, veintiuno en el barranco Labayo II y veinte en el barranco Furcos. Los trabajos de repoblación utilizaron como especie principal el pino silvestre (*Pinus sylvestris*) y, como procedimiento de preparación del suelo, el ahoyado manual. Las plantas procedieron del vivero de San Salvador, ubicado en la huerta de Senegüé, el cual distaba unos 12 kilómetros del monte donde se plantarían. La superficie que había que repoblar se estimó en 174 hectáreas, que correspondían a las zonas más erosionadas de la cuenca. El coste proyectado para los trabajos de repoblación fue de 430 023 pesetas.

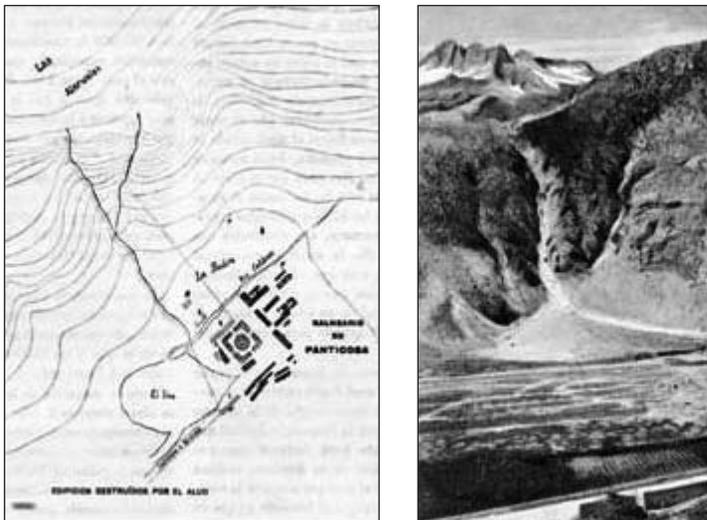
### *Defensa del balneario de Panticosa*

El balneario de Panticosa, cuyo origen se sitúa a finales del siglo XVII, se convirtió, a lo largo del XIX, en uno de los más prestigiosos y grandes de España. Las instalaciones balnearias se hallan a 1600 metros de altitud, al pie de un impresionante circo en el que sobresale el macizo de las Argualas, que supera los 3000 metros de altitud. En este circo tienen su origen, además del río Caldarés, diferentes torrentes como el Argualas y el Arnales, por la margen derecha del río, y el torrente de Brazato, por la izquierda. Los desniveles de estos torrentes hasta el balneario superan los 1300 metros.

La necesidad de la defensa del balneario no consta que fuera descrita en la *Memoria de reconocimiento general de la cuenca del Gállego* realizada en 1902 por Pedro Ayerbe, aunque sí hace referencia a los torrentes del Escalar y de Gabarda, afluentes del Caldarés por su margen derecha, aguas abajo de la explanada del balneario. Quizá ese silencio se debiera a que el balneario tenía un uso exclusivamente estival, por lo que no se había detectado la necesidad de protección contra aludes. Pero esa necesidad fue puesta de manifiesto por los ingenieros de Montes Joaquín Ximénez de Embún Oseñalde y Luis Velaz de Medrano Sanz en 1915, como consecuencia del alud que descendió por el torrente de Argualas y que ocasionó importantes daños a varias de las instalaciones (fig. 17). El alud fue descrito vívidamente por estos autores:

Eran las tres de la mañana del 24 de febrero cuando se notó que el viento repentinamente aumentaba de fuerza transformándose en un violento huracán, y simultáneamente con él descendió de las Alarualas [Argualas] con estrépito imponente un alud, coincidiendo la llegada de este a la llanura con el brusco decrecimiento de la fuerza del viento, que continuó reinando como en días anteriores. Después se vio que el alud había causado grandes destrozos que de momento no pudieron precisarse, porque las ruinas se hallaban cubiertas por la nieve que de las Alarualas descendió y que ocupaban una extensión de más de 200 m de longitud y más de 80 m de anchura en algunos sitios, con seis metros de profundidad media [...] redujo a escombros el matadero, la casa de los obreros, el Hotel de la Pradera (edificio este último de tres pisos y ochenta metros de fachada), buena parte del Casino y la casa de la Laguna. (XIMÉNEZ DE EMBÚN y VELAZ DE MEDRANO, 1915)

La primera noticia de un proyecto de defensa de las instalaciones hay que situarla en 1935. Fue redactado conjuntamente por Mariano Borderas y Jenaro Brun, aunque de su ejecución solo constan pequeñas obras de defensa como las construidas entre los años 1940 y 1942. En 1955, finalmente, se aprobaría el *Proyecto de defensa contra aludes de la zona pirenaica del balneario de Panticosa*, redactado por José María Ayerbe, con un



**Fig. 17.** Recorrido del alud que afectó al balneario de Panticosa el 24 de febrero de 1915 (izquierda), y vista del torrente de Argualas, por donde descendió. (XIMÉNEZ DE EMBÚN y VELAZ DE MEDRANO, 1915)



**Fig. 18.** Dique vacío construido en el torrente de Argualas para la defensa del balneario de Panticosa (¿1956?). (Foto: José María Ayerbe)

presupuesto de 7 961 378 pesetas. El conjunto de la corrección suponía la construcción de 201 puentes de nieve, siete diques vacíos y veintidós diques rastrillos en las ocho zonas en las que quedó dividida la cuenca corregida. En las memorias posteriores de la Dirección General de Montes, Caza y Pesca Fluvial, se hacen otras referencias a la ejecución de proyectos en la zona: en 1956 se realizan trabajos en los torrentes de Brazato y de Argualas (fig. 18) y, en 1964, en el torrente de Arnales.

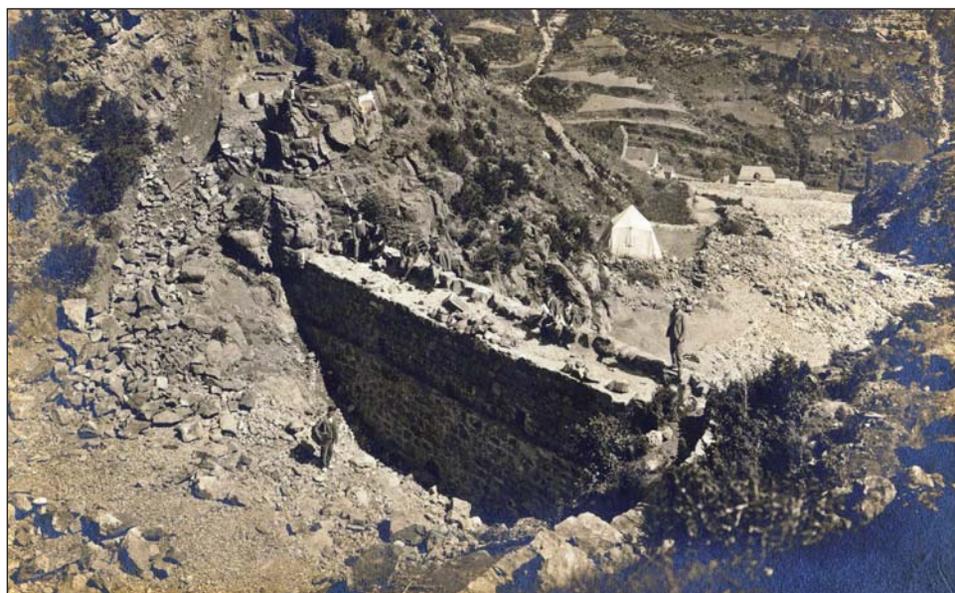
#### TRABAJOS MÁS DESTACADOS DE LOS AYERBE EN LA CUENCA DEL ARAGÓN

##### *La corrección del torrente de Los Meses (Canfranc)*

La corrección de este torrente, sito en la cuenca alta del río Aragón, está bien descrita por AZPEITIA (1922*b*, 1924), a quien seguimos en estos párrafos. Antes de las obras de corrección, Los Meses era un imponente torrente pirenaico en plena actividad, con frecuentes y grandes avenidas de lavas

que tenían su origen en su cuenca superior y, más concretamente, en dos grandes erosiones abiertas en un horizonte de margas azules. Estas erosiones iban en aumento, con sus continuos desplomes y corrimientos de fondo y superficiales, y habían producido que la divisoria de aguas que separaba las cuencas con estas conchas de erosión hubiese desaparecido.

La villa de Canfranc, que estaba construida sobre el cono de deyección del torrente (fig. 19), se encontraba frecuentemente amenazada. Para hacer frente a tan angustiosa situación, los vecinos, por prestación personal obligatoria, debían participar en la construcción de un muro longitudinal que desviaba las aguas hacia el sur del municipio. Precisamente ese trabajo obligatorio, que debía desempeñarse un número de días al mes durante todos los meses del año, dio origen al nombre de este torrente. Realmente el muro tenía un efecto transitorio, al ser enterrado una y otra vez por el material sólido que traía el torrente en sus crecidas, por lo que tenía que ser constantemente recrecido, haciendo que la prestación fuera más onerosa y molesta. Por eso, y a la vista del ejemplo de la corrección realizada por



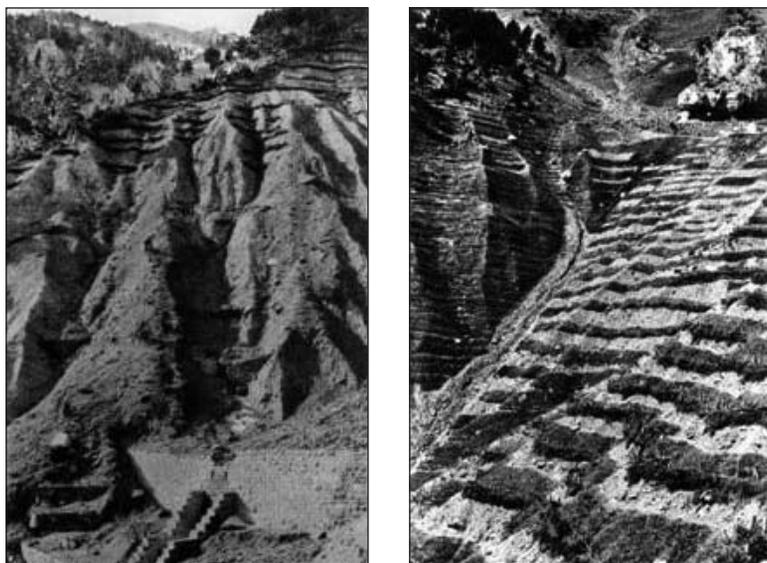
**Fig. 19.** Construcción del dique n.º 1 en el torrente de Los Meses. Al final del barranco se ven los tejados de la villa de Canfranc, sita en el cono de deyección. (Foto conservada en el Archivo Histórico Provincial de Huesca, sign. AHPHU-A-00943-0007)

Pedro Ayerbe en el torrente de Arratiecho en Biescas, los vecinos de Canfranc solicitaron la corrección del torrente y dieron todas las facilidades para su realización. La corrección, asumida por la 6.<sup>a</sup> División Hidrológico-Forestal, fue proyectada y dirigida inicialmente por Benito Ayerbe, quien desde el principio fue muy consciente de las enormes dificultades que esta presentaba, aunque no dudó nunca del éxito final a pesar de los malos presagios que escuchaba.

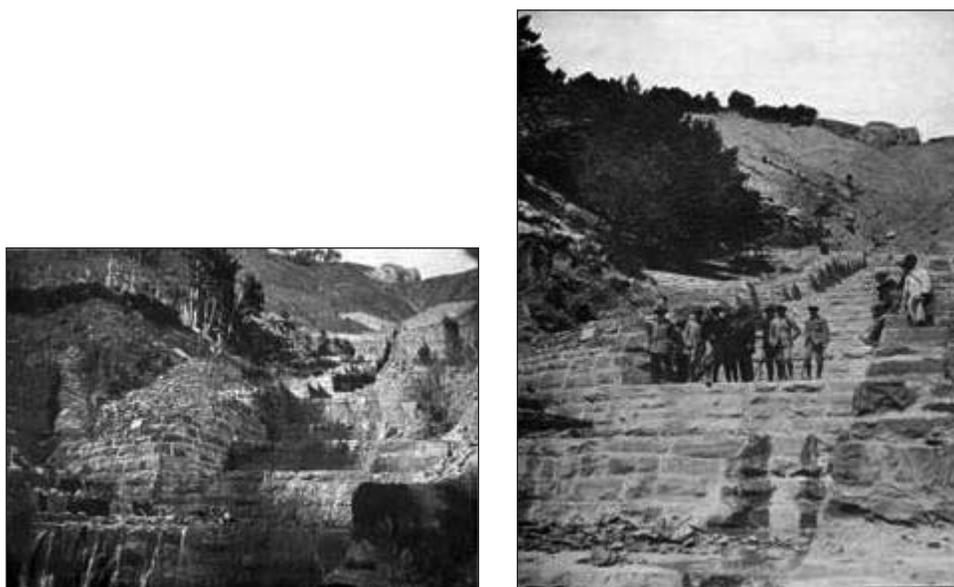
El que los trabajos de corrección se iniciaran en la cabecera del torrente causó un gran malestar entre los vecinos, quienes esperaban que se recreciera lo más rápido posible el muro, que para ellos era el garante de su seguridad. Esta incomprensión y este recelo se transformaron en grata sorpresa de alivio con la primera tormenta, cuando comprobaron que la carga de sólidos del torrente había disminuido notablemente. A los pocos años, seguros ya de la eficacia de las obras, los canfraneros pasaron del pesimismo acérrimo inicial al optimismo sin límites, lo que les llevó a solicitar nuevamente la entrada del ganado en los montes, con lo que mostraron que no habían entendido el papel que la recuperación de la vegetación tenía en la protección del suelo.

Según el proyecto de corrección, el torrente se dividió en tres tramos: *i*) el inferior, que comprendía el lecho de deyección y la garganta hasta su bifurcación; *ii*) el medio, formado por el resto de la garganta con sus grandes erosiones, y *iii*) el superior, integrado por la cuenca de recepción. En el tramo inferior se construyeron tres diques de mampostería hidráulica, dos de retenida y uno de consolidación, y uno de mampostería en seco. Asimismo, se construyó una canalización de 95 metros de longitud y 6,3 metros de anchura, que arrancaba del primer dique hidráulico y terminaba en el inicio del muro que construían los vecinos. Además, se repobló con frondosas y coníferas (*Salix capreae*, *Pinus nigra* y *Pinus banksiana*) todo el lecho de deyección.

En el tramo medio, que era el de mayor dificultad, por primera vez se ensayaron los encespedamientos artificiales, conocidos por los lugareños como *entascamientos*, del término *tasca*, con el que se designa en Aragón a determinados tipos de pastos de alta montaña. La práctica del encespedamiento consistía en arrancar tepes de césped, de 40 por 60 centímetros y 20 centímetros de gruesos, y colocarlos en las zonas más erosionadas, bien por



**Fig. 20.** Torrente de Los Meses. Dique final en construcción, con canalización y enfajinados para frenar la erosión (izquierda) y encespedamiento artificial por fajas (derecha). (Fotos: Benito Ayerbe)



**Fig. 21.** Torrente de Los Meses. Corrección de la rama izquierda del tramo medio, ya finalizada (izquierda) y al empezar su construcción (derecha). (Fotos: Florentino Azpeitia y Benito Ayerbe, respectivamente)

fajas o en toda la superficie, fijados en el suelo mediante estaquillas (fig. 20). Con esta técnica se corrigió lo que podría denominarse como *las paredes de la concha de erosión*. En el cauce, por otro lado, se construyó un dique de mampostería hidráulica como base para los trabajos de canalización aguas arriba. En el ramal de la derecha se construyeron tres diques más y una canalización de 11 metros de longitud y 3 de anchura; en el de la izquierda (fig. 21), seis diques transversales y una canalización de 179 metros de longitud y 1,5 metros de anchura, con cincuenta y cuatro aletas o muros de mampostería en seco. En el tramo superior se realizaron los trabajos de repoblación, en una superficie de 30 hectáreas.

En 1924 los trabajos de corrección estaban prácticamente terminados, a excepción de corregir la concha derecha de erosión y los trabajos de repoblación, que se habían visto retrasados por la resistencia, en ocasiones violenta, del pueblo de Villanúa al acotamiento al pastoreo del monte Gabardito y Patro.

### *Trabajos de defensa contra torrentes y aludes de la Estación Internacional de Canfranc*

Hemos dejado para el final de este artículo el somero análisis de una de las más impresionantes obras hidrológico-forestales de España, y aun de Europa entera, cual fue la ingente obra realizada por la 6.<sup>a</sup> División Hidrológico-Forestal para la defensa contra aludes y torrentes de la Estación Internacional de Canfranc.

#### Antecedentes, dificultades de las obras y primeros trabajos (1908-1919)

Se debe al ingeniero de Caminos español Joaquín Bellido Díaz la elección del paraje canfranero de Los Arañones como enclave para ubicar la Estación Internacional que debía dar servicio a la línea ferroviaria transpirenaica de Zuera a Olorón. Esta elección cambiaba la ubicación inicial recogida en el convenio hispanofrancés suscrito en 1880 (tabla II), que la situaba en Villanúa. Las razones del cambio se justificaban por las constantes discusiones entre los ingenieros civiles franceses, que defendían que la boca sur del túnel tuviera una cota no superior a los 1100 metros de altitud,

y los ingenieros militares españoles, que reclamaban una cota de 1330 metros para poder ser batida, en caso de invasión, por la artillería del collado de Los Ladrones. Así, Los Arañones, con sus 1195,5 metros de altitud media, era una solución intermedia, complementada por un compromiso de

**Tabla II.** Cronología de las obras civiles de la Estación de Los Arañones. (ANÓNIMO, 1928)

<i>Fecha</i>	<i>Acontecimiento</i>
16 de julio de 1880	Firma del primer convenio. En él se fija la ubicación del túnel de Somport y de una estación internacional en Villanúa.
1885	Nuevo convenio con Francia que añade una nueva línea ferroviaria transpirenaica, la del Noguera-Pallaresa.
18 de agosto de 1904	Nuevo convenio. Se concretan tres líneas transpirenaicas por Canfranc, Sort y Puigcerdá. La línea de Somport tendría una estación internacional en el lado francés, en Forges d'Abel.
15 de abril de 1908	Modificación del convenio. Se indica que se construirá en la línea del Somport una sola estación internacional ubicada en Arañones (Canfranc).
1 de enero de 1909	Inicio de la perforación del túnel de Somport, diseñado por el ingeniero español Manuel Aguilar y el ingeniero francés Martinet.
21 de febrero de 1915	Se termina la construcción del túnel, con una longitud de 7874 metros. El coste de las obras fue de 7 617 576 pesetas.
Septiembre de 1915	Comienzan los trabajos de la explanada de la Estación, consistentes en el desvío y encauzamiento del río Aragón y el movimiento de tierras y alcantarillas para desagüe de los torrentes de Cargates, Epifanio y Borreguil de Samán. La explanada tiene una longitud de 1200 metros y un ancho de 170 metros. Tardó en construirse seis años y su coste fue de 4 467 426 pesetas.
Enero de 1925	Termina la construcción del edificio de la Estación. Su coste fue de 3 273 463 pesetas.
Mayo de 1925	Comienza la construcción del poblado de Arañones. Veinte casas de tres pisos con diez viviendas en cada uno. En total, podrían instalarse doscientas familias y de ochenta a cien empleados sin familia.
18 de julio de 1928	Se inaugura la línea ferroviaria en Canfranc por el rey Alfonso XIII y el presidente de la República Francesa, Gaston Doumergue. El coste total de las obras fue de 31 millones

construir una nueva fortificación que permitiera batir el túnel. Hecha la nueva propuesta en 1890, fue aprobada por los Ministerios españoles de Guerra y de Fomento en 1891 y 1893, respectivamente, si bien no fue hasta 1908 cuando la nueva ubicación fue reconocida en un convenio internacional (VIDAL, 1999: 101-102; ANÓNIMO, 1928).

La elección tenía el inconveniente de que los torrentes y los aludes que afectaban a ese paraje constituían una amenaza real y grave para la Estación y la propia vía del ferrocarril. En junio de 1911, el jefe de la Comisión Internacional de los Ferrocarriles Transpirenaicos dirige una carta a Pedro Ayerbe, jefe de la 6.<sup>a</sup> División Hidrológico-Forestal, instándole a que dé conocimiento al Gobierno de la necesidad de emprender los trabajos de defensa de la Estación contra aludes y avenidas (MARTÍNEZ-FALERO, 1946). Pocos días después de que la Comisión remitiera esa carta, Benito Ayerbe, como ingeniero encargado en la 6.<sup>a</sup> División de la sección primera del río Aragón, elaboraba la *Propuesta especial de trabajos para la defensa de la Estación Internacional de Los Arañones*, que comprendía tres tipos de trabajos (AYERBE AÍSA, 1913): *i*) repoblación, *ii*) corrección de torrentes, y *iii*) fijación de la nieve o corrección de aludes.

Las dificultades a las que se enfrentaba el proyecto de defensa de la Estación eran muchas y notables, como relatan AZPEITIA y GANUZA (1926) y MARTÍNEZ-FALERO (1946). La explanada de la Estación, situada en la margen izquierda del río Aragón, comprendía la desembocadura de cuatro torrentes por la izquierda (de norte a sur, Picaubé, Cargates, Epifanio y Borreguil de Samán) y uno por la derecha (Estiviellas), todos ellos con una gran actividad torrencial. Según MARTÍNEZ-FALERO (1946), todos los torrentes eran simples canchales que se correspondían con los del segundo grupo de la clasificación de DEMONTZEY (1882). Las gargantas presentaban una gran pendiente media, con frecuentes acantilados: el torrente de Estiviellas, por ejemplo, tenía una pendiente media del 52%, con un desnivel de 1300 metros, mientras que en el torrente de Epifanio la pendiente era del 55% y el desnivel de 1450 metros (fig. 22). Esta accidentada topografía hacía poco menos que inaccesibles la mayoría de las cuencas de recepción de los torrentes, según describía el propio AZPEITIA (1922a). De las cuencas altas de todos ellos se desprendían importantes aludes que tomaban por recorrido las gargantas y el lecho de deyección y llegaban hasta el fondo del valle.



**Fig. 22.** Vistas de los torrentes de Epifanio y Borreguil de Samán (izquierda) y de Estiviellas (derecha) antes de su corrección, donde se aprecia su extrema torrencialidad y su muy accidentada orografía. La foto de la derecha está fechada en 1912. (Fotos: Benito Ayerbe)

El clima de la región se describía como extremadamente duro, con frecuentes e intensas tormentas de verano y muy abundantes nevadas en invierno, acompañadas de hielos y vientos fuertes. Como ejemplo de fuertes tormentas se puede citar la del verano de 1916, en la que se recogieron, en el pluviómetro de la casa forestal, 79 milímetros en media hora. Según relata MARTÍNEZ-FALERO (1946), la altura de la nieve en el fondo del valle alcanzaba los 2,5 metros, y podían registrarse valores de 10 a 15 metros. El número medio de días al año que nevaba en el valle era de 50, pero llegaba a 150 para cotas superiores a 1700 metros, donde solo los meses de julio y agosto estaban libres de nevadas. La temperatura media no superaba los 5 °C de diciembre a abril y se situaba por encima de los 10 °C solo de junio a septiembre. La vegetación, según Benito Ayerbe, era muy escasa; no solo había carencia de arbolado, sino de maleza, por lo que los aludes podían deslizarse sin ningún obstáculo (AYERBE AÍSA, 1913).

Otro condicionante para la realización de los trabajos de defensa era la propiedad de los montes. La restauración de la vegetación implicaba necesariamente la limitación de los aprovechamientos forestales, en particular de los de carácter pastoral, lo cual conllevó la necesidad de expropiar siete parcelas, que constituían la zona que se conocía como Los Arañones y que



las de las instalaciones, pero por motivos administrativos y presupuestarios (que no se guían con frecuencia por el sentido común ni por los dictados de la técnica) la construcción de la Estación Internacional y de sus anexos se hacía simultáneamente a las obras de protección, con los consiguientes problemas de coordinación. Las obras de la Estación y de la línea ferroviaria, además, estaban a cargo de otras unidades de la Administración, y todo, en última instancia, bajo la mirada atenta (a veces incluso inquisitorial) de la Comisión Internacional de Ferrocarriles Transpirenaicos, que, desconocedora de la singularidad y de los tiempos de las obras de defensa, solía introducir una presión añadida y, por tanto, un problema más.

Por último, la ejecución del proyecto estuvo constantemente limitada, en los primeros años, por las restricciones presupuestarias. Durante mucho tiempo los ingenieros de Montes fueron los *hermanos pobres* de las obras de Canfranc. La propuesta de 1911 de Benito Ayerbe alcanzaba un importe de algo más de 1 millón de pesetas, pero, aunque fue aprobada por Real Decreto el 21 de octubre de 1911, recibió solo una primera partida presupuestaria de 15 000 pesetas. El 17 de diciembre de 1912 se concedió, por ley, un crédito extraordinario de 200 000 pesetas, que se consolidó en los años siguientes. En 1915, con motivo de la subasta de las obras para la explanación del solar donde iba a estar ubicada la Estación, la *Revista de Montes* señalaba que debía incrementarse el crédito. Así, en 1918 se intentó aumentar el presupuesto hasta las 500 000 pesetas, pero tan solo se logró un crédito extraordinario de 102 379 pesetas. No será hasta 1920, como veremos más adelante, cuando se habiliten fondos suficientes para alcanzar un buen ritmo de trabajo.

De este modo, aunque las obras empezaron a ejecutarse en 1907-1908, hasta 1912 se redujeron a poco más que las repoblaciones (AZPEITIA y GANUZA, 1926). Se instaló el primer vivero en 1907 y Benito Ayerbe planteó la necesidad de realizar la repoblación por plantación, a causa de las pérdidas que los ratones causaban en las siembras. La especie principal elegida fue el pino silvestre, acompañada de pino negro (*Pinus uncinata*), abeto (*Abies alba*) y haya (*Fagus sylvatica*). En las partes bajas se planteaba la plantación de sauces, chopos, olmos, acacias o fresnos, y en los taludes, la gayuba (AYERBE AÍSA, 1913). Entre 1912 y 1920 fueron ejecutándose los trabajos en pequeña escala, a medida que se aprobaban las partidas

presupuestarias. La eficacia de estas primeras obras fue comprobada después del duro invierno de 1915-1916, en que se sucedieron numerosos aludes que destrozaron algunos de los edificios construidos en la explanada de la Estación, aunque ninguno de ellos procedió del torrente de Epifanio, donde se habían iniciado los trabajos de defensa. Estos hechos sirvieron para que la Comisión Internacional presionara al Estado para emprender con más energía estas obras. A mediados de 1916, el Consejo Forestal designó al joven ingeniero de Montes Florentino Azpeitia Florén, adscrito al Distrito Forestal de Málaga, para prestar servicios en la 6.<sup>a</sup> División Hidrológico-Forestal, sin perder la adscripción a dicho distrito. Esta nueva incorporación permitió avanzar en la elaboración del proyecto definitivo, pero la repentina muerte de Benito Ayerbe en 1917 retrasó su formación; a partir de ese momento, la dirección de los trabajos pasó a Azpeitia, auxiliado por el ayudante de Montes Manuel Barrenechea (destinado en la División desde 1915).

#### Los proyectos de corrección de 1919

Finalmente, en 1919 se presentaron dos proyectos que reunían la corrección definitiva. El presupuesto ascendía a 6 162 980 pesetas, que debían afrontar a medias ambas naciones y que era el más importante jamás planteado para una obra forestal en España. El plazo de ejecución se fijó en seis años. Por Real Orden de 19 de septiembre de 1919 se aprobó el proyecto, y en el ejercicio presupuestario de 1920 se consignó la cantidad de 1 millón de pesetas para su ejecución. Asimismo, con carácter excepcional, el Real Decreto de 18 de junio de 1920 permitió que las obras se ejecutaran por la propia Administración forestal (exceptuándolas, por tanto, de los procedimientos generales de subasta y de concurso que contemplaba la Ley de Administración y Contabilidad de la Hacienda Pública) para acelerar el proceso y ajustarlas al periodo estival, único hábil por los condicionantes del medio.

El proyecto de 1919 abarcaba el estudio de seis cuencas torrenciales y diecinueve cuencas con problemas de aludes. Las obras propuestas pretendían defender la Estación frente a tres grupos de riesgos: *i*) fenómenos torrenciales, *ii*) aludes, y *iii*) desprendimiento de bloques. Los trabajos para

la corrección del fenómeno torrencial en los cinco torrentes principales se estructuraron del modo siguiente: *i*) trabajos en las cuencas de recepción, *ii*) trabajos en las gargantas, *iii*) trabajos en los conos de deyección, y *iv*) trabajos de defensa contra aludes y contra la caída de bloques. A continuación, se analizan someramente cada uno de estos tipos de trabajos a partir de las publicaciones de la época (AZPEITIA, 1922*a*, 1922*c*; AZPEITIA y GANUZA, 1926).

Los trabajos en las cuencas de recepción, a su vez, se dividían en corrección de torrenteras y repoblaciones forestales. El tipo de obra elegida para la corrección de torrentes era la de pequeños diques transversales de mampostería en seco, que al aterrarse impedían la erosión de fondo y el consiguiente desprendimiento de las laderas. También servían para la fijación del manto de nieve, por el escalonado de la garganta. En cuanto a las repoblaciones forestales, la zona objeto de restauración superaba las 600 hectáreas. En las zonas baja y media de las cuencas, con una superficie cercana a las 290 hectáreas, la restauración se consiguió con ayudas a la regeneración natural y un acotamiento riguroso del pastoreo. Las partes altas de las cuencas, que representaban una superficie próxima a las 350 hectáreas, fueron repobladas. Las plantaciones, en el caso de las coníferas, se hicieron por grupos de tres a cinco plantas por especie; se llegaron a plantar cerca de 7 millones de plantas. Las especies principalmente utilizadas fueron *Pinus uncinata* y *Pinus sylvestris* (tabla III). Las especies alóctonas fueron introducidas con un carácter experimental, y mostraron un excepcional comportamiento los dos alerces, en especial el del Japón (*Larix kaempferi*). Entre las frondosas se utilizaron hayas, avellanos (*Corylus avellana*) y álamos temblones (*Populus tremula*).

El proyecto planteaba como método de repoblación la plantación; se dispusieron viveros a diferentes alturas con objeto de adecuar la fenología de la planta a cada uno de los niveles altitudinales. En total se establecieron 10 viveros *volantes* (no permanentes), que recibían los nombres de Pinabete, Casita Blanca, Cargates, Secras, Borreguil, Casas Forestales, Ortigas, Picaubé, Almacenes y Besqué (fig. 24). La peculiaridad de las obras de repoblación hizo que se adoptaran soluciones creativas. En primer lugar, una densidad de plantación altísima (7000 hoyos / hectárea), probablemente para asegurar lo más rápido posible la cobertura vegetal y en previsión

**Tabla III.** Especies utilizadas en la restauración de las cuencas. (MARTÍNEZ-FALERO, 1946)

<i>Especie</i>	<i>Número de grupos</i>	<i>Número de pies</i>
<i>Pinus uncinata</i>	1 140 396	
<i>Pinus sylvestris</i>	643 106	
<i>Larix decidua</i> * (1)	198 695	
<i>Pinus banksiana</i> *	135 227	
<i>Picea abies</i> *	84 879	
<i>Pinus nigra</i> subsp. <i>salzmanii</i>	54 805	
<i>Pinus pungens</i> *	10 586	
<i>Abies alba</i>	3 016	
<i>Pinus nigra</i> subsp. <i>nigra</i> *	2 432	
<i>Pinus cembra</i> *	2 423	
<i>Cedrus libani</i> *	1 072	
<i>Pseudotsuga menziesii</i> *	1 064	
<i>Cedrus atlantica</i> *	877	
<i>Abies pinsapo</i>	796	
<i>Cedrus deodara</i> *	38	
<i>Salix eleagnos</i>		23 808
<i>Fraxinus excelsior</i>		12 700
<i>Populus</i> sp.		3 247
<i>Alnus glutinosa</i>		1 840
<i>Sorbus</i> sp.		1 677
<i>Acer</i> sp.		1 053
<i>Cytisus</i> sp.		937
<i>Corylus avellana</i>		741
<i>Ulmus</i> sp.		578
Espino		551
Varias		17 029
<i>Total</i>	<i>2 279 412</i>	<i>64 161</i>

\* Especies alóctonas o exóticas.

(1) Probablemente también esté incluida aquí la especie *Larix kaempferi*, al existir referencias sobre su uso y el magnífico resultado obtenido.



**Fig. 24.** Vivero volante en Cargates, instalado para la producción de plántula de pino con destino a las repoblaciones de Canfranc. (AZPEITIA, 1922c)

también, quizá, de un porcentaje de marras elevado. Y, en segundo lugar, se indicaba la necesidad de proteger las paredes del hoyo con piedras para evitar el desprendimiento de la tierra y de ese modo el enterramiento de la planta. En los aterramientos de los diques y a lo largo de las canalizaciones y caminos se plantaron pies de tres savias de fresnos, olmos, serbales y chopos, mientras que para la restauración de las conchas de erosión se plantaron estacas de *Salix eleagnos*.

En lo que se refiere a los trabajos en las gargantas, para conseguir que a los conos de deyección llegara la menor cantidad posible de sólidos, se planteó la construcción de una serie de diques de retenida a lo largo de los cauces de los torrentes y otros de consolidación en los tramos donde se podía producir una erosión de fondo. Se proyectaron setenta y un diques, de retenida y consolidación, con alturas comprendidas entre 3 y 15 metros: veintidós en las ramas del torrente de Picaubé, doce en Cargates, catorce en Epifanio, trece en Borreguil de Samán y diez en Estiviellas (fig. 25). Adicionalmente, se realizaban trabajos de corrección directa de la erosión mediante la formación de fajinas siguiendo las curvas de nivel. Se clavaban estacas en el suelo, a las que se fijaban fajinas elaboradas con varetas de *Salix eleagnos* (fig. 26).

En cuanto a los trabajos en los conos de deyección, se plantearon canalizaciones escalonadas mediante diques longitudinales rectos o curvos y



**Fig. 25.** Dique número 5 del torrente de Epifanio. (AZPEITIA, 1922c)



**Fig. 26.** Enfajinos en una ladera de Estiviellas. (AZPEITIA, 1922c)

pequeños diques transversales separados una distancia variable. Se proyectaron en total cuatro canalizaciones, en los torrentes de Estiviellas, Epifanio, Cargates y Borreguil de Samán, de 4 a 4,5 metros de anchura, con diques transversales para salvar el desnivel de su lecho (tabla iv, fig. 27). Además, se proyectaron dos canales de 1 metro de anchura en la torrentera de Abós y en la fuente del Besque.

**Tabla iv.** Características de las canalizaciones de las obras de defensa de la Estación de Canfranc. (MARTÍNEZ-FALERO, 1946)

	<i>Estiviellas</i>	<i>Cargates</i>	<i>Epifanio</i>	<i>Borreguil de Samán</i>
Número de tramos	55	33	36	29
Número de diques transversales	54	32	35	28
Longitud de diques longitudinales (m)	361	310	325	285
Desnivel (m)	85	91	86	63



**Fig. 27.** Canalización del torrente de Estiviellas.  
(Foto facilitada por Tomás Ayerbe)

Por último, en lo que se refiere a los trabajos de defensa contra aludes y contra la caída de bloques, se actuó contra los primeros de dos maneras: con obras en la cuenca de formación y con obras de detención.

Entre los trabajos de corrección de aludes en su cuenca de formación se contaban las banquetas, las terrazas o los puentes de nieve, cuyo objetivo común era dar mayor estabilidad al manto de nieve. Las banquetas contaron en ocasiones con diseños originales, como las llamadas *banquetas continuas* o *banquetas-caminos*, que podían desempeñar una doble función de protección y de comunicación, o las banquetas formadas por césped (fig. 28). También se diseñaron muros de sujeción, diques rústicos y redes. Para hacer frente a los aludes que llamaban *volantes*, la repoblación forestal era la única solución.

En cuanto a los trabajos de detención de aludes, se utilizaron dos tipos de obra: los ya mencionados diques vacíos y los diques de tierra o de césped. De estos últimos, solo se proyectaron dos, a la entrada de los conos de deyección de los torrentes de Estiviellas y Epifanio, ya que se entendía que el resto de las obras de defensa no hacía necesarios más. De los diques vacíos, se proyectaron doce: tres en Cargates, cinco en Epifanio y cuatro en Estiviellas, con alturas de entre 13 y 25 metros y espesores de coronación de entre 3 y 4 metros. Contra los desprendimientos de bloques, en cambio, no se proyectaban más obras que la consecución de una masa forestal protectora mediante repoblación.



**Fig. 28.** Banquetas de césped en Estiviellas. (AZPEITIA, 1922a)

## Ejecución del proyecto definitivo de defensa (1920-1930)

A partir de 1920 se intensificó la ejecución del proyecto de defensa, que estaba muy avanzada a mediados de junio de 1925, fecha en la que se habían invertido algo más de 6 millones de pesetas (AZPEITIA y GANUZA, 1926). Además de las obras de corrección, se realizaron numerosos trabajos auxiliares, en particular para permitir el acceso y la estancia de los trabajadores en tan difíciles terrenos: cinco grandes albergues para alojar a los trabajadores en el monte en cotas superiores a los 2000 metros, veintiún almacenes pequeños para material a pie de obra, cinco almacenes grandes para centralizar el material, dos garajes para camiones, dos cuadras, 3 kilómetros de carretera de 5 metros de anchura en la margen izquierda del río Aragón y más de 85 kilómetros de caminos (24 en la margen derecha y más de 61 en la izquierda) de una anchura de entre 1,8 y 2,1 metros (MARTÍNEZ-FALERO, 1946). La liquidación de la obra ejecutada entre 1908 y 1930 ascendió a 8 225 200 pesetas, como se detalla en la tabla v.

La Estación Internacional se inauguró en julio de 1928 con la presencia del rey Alfonso XIII y el presidente de la República Francesa, con motivo de lo cual Pedro Ayerbe tuvo la ocasión de presentar las obras de corrección al monarca español. En ese mismo año, la Comisión Internacional valoraba las obras realizadas bajo la dirección de los ingenieros de Montes de la siguiente manera:

Desde que se han realizado [las obras], los aludes no han llegado nunca a la explanada de la estación; han quedado detenidos todos los años en los diques construidos para tal fin. Además se ha observado que la nieve ha ido quedando detenida a mayor altura, a medida que los trabajos han ido adelantando, lo que demuestra que el resultado obtenido ha sido satisfactorio. (ANÓNIMO, 1928)

El periódico *La Voz* publicó el 18 de julio de 1928 un extenso reportaje acerca de los actos de inauguración. En él se publicaba un artículo del prestigioso ingeniero de Montes Ezequiel González Vázquez, en el que mostraba su admiración por los trabajos realizados:

Ni el trazado del ferrocarril aguas arriba del curso del río Aragón, con ser uno de los más pintorescos que nos ofrecen nuestras líneas férreas, ni el gran túnel que salva el puerto de Somport, cuyas obras se aproximan a las colosales que hoy permiten el recorrido de los *directísimos*, atraen la atención del turista y técnico como las obras de defensa de la estación internacional de

**Tabla v.** Inversión realizada en la defensa de Los Arañones desde 1908 a 1930.  
(MARTÍNEZ-FALERO, 1946)

<i>Año</i>	<i>Trabajos forestales (ptas.)</i>	<i>Trabajos de corrección (ptas.)</i>	<i>Trabajos auxiliares (ptas.)</i>	<i>Gastos generales (ptas.)</i>	<i>Total (ptas.)</i>
1908		3 000			3 000
1909	106	5 200	1 256	1 400	7 962
1910		8 720	1 535		10 255
1911	1 780	900	7 406	4 914	15 000
1912	2 250	8 290	32 100	175 660	218 300
1913	13 500	57 000	30 840	98 660	200 000
1914	12 500	120 940	16 580	49 980	200 000
1915	8 715	129 466	12 200	49 619	200 000
1916	8 743	125 158	13 200	52 899	200 000
1917	8 000	109 637	12 847	69 516	200 000
1918	10 540	165 187	16 708	109 945	302 380
1919	19 698	63 448	48 737	238 112	369 995
1920	51 246	258 574	203 424	486 758	1 000 002
1921	86 117	367 811	221 625	324 448	1 000 001
1922	55 051	186 298	211 368	547 284	1 000 000
1923	73 963	424 463	208 856	292 719	1 000 001
1924	40 304	85 080	54 088	70 542	250 014
1925	50 178	151 429	52 694	134 513	388 814
1926	66 185	313 968	73 484	215 819	669 455
1927	40 164	252 822	17 807	89 203	399 996
1928	20 581	6 425	11 977	35 853	74 835
1929	35 681	213 713	4 973	32 413	286 780
1930	42 748	144 841	1 493	39 328	228 409
<i>Total</i>	<i>648 048</i>	<i>3 202 369</i>	<i>1 255 197</i>	<i>3 119 586</i>	<i>8 225 200</i>

Los Arañones [...] Un Ingeniero de Montes ya fallecido, D. Benito Ayerbe, proyectó las obras que han permitido establecer la estación sobre los lechos de deyección de los torrentes, hoy casi corregidos y canalizados, obras que a la vez que corregían los torrentes contenían en las alturas los aludes [...] Semejantes obras de defensa, únicas en nuestro país, son las que han de permitir que corran los trenes por la línea de Canfranc sin estar amenazados por los torrentes y aludes, y no llegue a interrumpirse el tráfico de la nueva línea

internacional, en la que la ingeniería española ha mostrado su alta competencia con trabajos perfectamente concebidos y armónicamente realizados. (GONZÁLEZ, 1928)

### Trabajos de ampliación y de conservación de las defensas, posteriores a 1930

Para MARTÍNEZ-FALERO (1946), con la inauguración acabaría el segundo periodo de las obras, el de mayor actividad, y comenzaría un tercer periodo dedicado fundamentalmente a las tareas de conservación. Los ingenieros de Montes que trabajaron en esta época, además de Florentino Azpeitia, fueron Miguel Ganuza del Riego y Julio Rodríguez Torres. El registro de movimientos superficiales de nieve en el invierno de 1930, que ocasionaron pequeños daños a determinadas obras, llevó a la superioridad a dictar una Orden Ministerial el 4 de junio de 1932 por la que se instaba a la redacción de un proyecto de ampliación con la propuesta de obras que se estimaran necesarias para la completa defensa de la Estación Internacional de los aludes y de la actividad de los torrentes. El proyecto, elaborado probablemente por el ingeniero de Montes Herminio Estéfano Barrón, fue aprobado el 18 de marzo de 1936, con un presupuesto de 1 305 649 pesetas. El 28 de agosto de 1934 se presentó otro proyecto para la conservación de las obras, con la finalidad de asegurar su correcto funcionamiento hasta que las nuevas masas forestales pudieran cumplir sus objetivos. Se aprobó el 12 de junio de 1936. Ambos proyectos quedaron en suspenso como consecuencia de la Guerra Civil.

En 1947 José María Ayerbe redactó un nuevo proyecto (MARRACO, 1999), que incluía un gran dique de consolidación en el torrente de Epifanio, pero, sobre todo, las actuaciones contra aludes en la cuenca de Estiviellas y Borreguil de Samán, mediante puentes de nieve de madera y hormigón, rastrillos de placas de hormigón, diques rastrillos, etcétera (fig. 29). Los trabajos en Los Arañones continuaron en años sucesivos con los ingenieros de Montes José María Ruiz-Tapiador Martínez y Carlos Revuelta Salinas (tabla VI).

**Tabla vi.** Trabajos realizados en Los Arañones a partir de 1930.

(Fuentes: Memorias del Patrimonio Forestal del Estado y de la Dirección General de Montes, Caza y Pesca Fluvial, y MARTÍNEZ-FALERO, 1946)

<i>Año</i>	<i>Trabajos forestales (ptas.)</i>	<i>Trabajos de corrección (ptas.)</i>	<i>Trabajos auxiliares (ptas.)</i>	<i>Gastos generales (ptas.)</i>	<i>Total (ptas.)</i>
1931	35 950	21 922	35 343	42 245	135 460
1932	21 214	20 859	2 080	53 421	97 574
1933	14 043	87 986		31 766	133 795
1934	24 585	36 199		22 284	83 068
1935	2 324	21 813		5 455	29 592
1936	1 806	9 965		7 786	19 557
1937	5 425	10 653		6 235	22 313
1938	6 346	10 782	2 322	8 210	27 660
1939	3 527	10 545	2 575	28 115	44 762
1940	6 400	206 714	51 474	66 920	331 508
1941		829 601	19 017	24 100	872 718
1942		275 198	10 001	79 135	364 334
1943		175 148	10 000	64 852	250 000
1944	12 125	186 760	10 000	41 115	250 000
1945	3 420	176 125	10 000	60 455	250 000
1953	Excavación de 935 m <sup>3</sup> y construcción de 850 m <sup>3</sup> de mampostería hidráulica y 1446 m <sup>2</sup> de rejuntado de paramentos. Construcción del dique 9 en Borreguil de Samán (1567 m <sup>3</sup> ). Construcción del dique vacío 10 en Estiviellas (4164 m <sup>3</sup> ). Puentes de nieve en Borreguil de Samán (100 metros tipo I, 85 metros tipo II). Puentes de nieve en Epifanio (145 metros tipo I). Limpieza de arrastres en canalizaciones (445 m <sup>3</sup> ).				
1954	Defensa contra aludes en Borreguil de Samán.				886 395
	Defensa contra aludes en Canfranc.				240 192
	Defensa contra aludes en Arañones, Rioseta y carretera general.				4 378
1972	En estudio el proyecto de construcción de diques de contención de aludes en Rioseta. En estudio el proyecto de construcción de dos diques vacíos en Borreguil de Samán.				



**Fig. 29.** Obras de José María Ayerbe para la defensa contra aludes en Estiviellas: rastrillo de placas de hormigón (izquierda) y puentes de nieve de madera (derecha). (Fotos: José María Ayerbe)

Se da la curiosa circunstancia de que don Juan Carlos de Borbón, entonces príncipe de España, visitó las correcciones en Estiviellas en torno al final de la década de 1960, guiado por José María Ayerbe (fig. 30). Por tanto, cuarenta años después otro Ayerbe daba cuentas a un rey (un futuro rey, en este caso) de las obras en Los Arañones.

Gracias a Tomás Ayerbe Mora tenemos de esa época relatos pintorescos de la actividad de la Administración forestal en las obras de defensa de Canfranc. *Forestales*, como así se conocían las edificaciones que daban servicio a la actividad forestal, era un pueblo en miniatura. Disponía de herrería, carpintería, matadero, horno de pan, economato, cuadras, garajes y almacenes; todo lo necesario para atender las demandas del Servicio y de los obreros, que vivían durante toda la temporada que duraban los trabajos en los barracones del monte, sin bajar al valle. Para su alimentación, la División Hidrológico-Forestal compraba un rebaño de ovejas en la primavera y lo llevaba a pastar a los puertos de montaña, de modo que los animales iban siendo sacrificados en el matadero a medida que lo precisaba la atención a las necesidades de los obreros.

Otra curiosa anécdota que recuerda Tomás Ayerbe hace referencia a una actuación para la defensa de las instalaciones militares de Rioseta que debió



**Fig. 30.** José María Ayerbe, en el vivero forestal de la Casita Blanca, dando explicaciones a don Juan Carlos de Borbón, entonces príncipe de España, sobre las correcciones en Estiviellas.

de tener lugar a mediados de la década de 1950. Para descargar una gran cantidad de nieve que se había acumulado en una cornisa, la 6.<sup>a</sup> División había solicitado a las autoridades militares el auxilio de la artillería. El gran alcance que se precisaba hizo necesario que se subiera hasta Rioseta un cañón ubicado en los acuartelamientos de Jaca. Una vez situado el cañón, fijado el objetivo y regulado el tiro por parte de los artilleros, resultó que el proyectil superó la cornisa de nieve y explotó en territorio francés. Obviamente, no se hizo ningún disparo más, la nieve siguió en la cornisa y este error se trató con la más absoluta discreción, sin que haya conocimiento de más colaboraciones entre el Ejército y el Servicio Forestal para la protección contra aludes.

En conclusión, cabe cerrar esta rápida revisión de los trabajos de defensa de la Estación de Canfranc recordando las palabras de MARTÍNEZ-FALERO (1946): “Cuando pudieron ser estudiados de cerca estos puntos, origen de tan serias amenazas, el problema se agrandó súbitamente hasta adquirir proporciones gigantescas, y quizá pueda afirmarse que hoy día, entre sus similares, no lo hay de tal magnitud en Europa”. El éxito de los ingentes



**Fig. 31.** Vista de las cuencas altas de los torrentes de Epifanio (izquierda) y Estiviellas (derecha), en el año 2013. Se observa el completo éxito de las repoblaciones forestales, así como la integración de las obras de corrección en el paisaje. (Fotos: J. Pemán)

trabajos forestales que trataron de dar solución a tan grave problema está hoy a la vista de cualquiera que acuda a disfrutar del hermoso paisaje que rodea a la Estación Internacional (fig. 31).

## CONCLUSIONES

Como colofón de cuanto llevamos expuesto, cabe proponer estas sucintas conclusiones.

Pedro Ayerbe Allué, Benito Ayerbe Aísa y José María Ayerbe Vallés constituyen una curiosa saga familiar dentro de la ingeniería de Montes española, que ocupó además un puesto central en la elaboración de una doctrina española sobre hidrología forestal, corrección de torrentes y defensa contra aludes.

La aportación doctrinal de los Ayerbe a la hidrología forestal española consistió fundamentalmente, en el caso de Pedro y, sobre todo, de Benito, en el diseño y ejecución de los proyectos de corrección de torrentes y de aludes en el Pirineo de Huesca. José María Ayerbe, además de sus propios proyectos, añadió también su valioso capítulo sobre nivología y aludes en el libro de referencia clásico sobre la materia, el de GARCÍA NÁJERA (1962). A ello cabe sumar un reseñable papel de Pedro y de José María como divulgadores y propagandistas de los trabajos hidrológico-forestales, y del enfoque integrador y complementario entre las obras hidráulicas en los cauces y las obras hidrológico-forestales en las cuencas, dentro de una ordenación conjunta del territorio.

Las obras de corrección hidrológico-forestal más destacadas, de entre aquellas en las que intervinieron los Ayerbe en el Pirineo altoaragonés, son las realizadas en la cuenca alta del Gállego (torrentes de Arratiecho, Arás, Arguisal, Escuer, Sía, así como la defensa del balneario de Panticosa) y en las cercanías de Canfranc: tanto en el torrente de Los Meses, para la defensa del pueblo, como las magnas obras de defensa de la Estación Internacional de Canfranc. Todas estas obras constituyen ejemplos extraordinarios del éxito de la corrección hidrológico-forestal, después de décadas de funcionamiento. La ruina de gran parte de las obras de corrección del torrente de Arás (Biescas) por la avenida extraordinaria habida en 1996 es un recordatorio de que la corrección no es una solución absoluta y eterna, sino una defensa que en circunstancias extremas, que antes o después se producirán, puede ser sobrepasada. Este aspecto ha de ser tenido muy en cuenta para aplicar las medidas con que preservar la seguridad de bienes y personas y para evaluar y mantener de manera continua las obras de corrección.

#### AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a don Tomás Ayerbe Mora la aportación de valiosas fotografías, de sus recuerdos personales y de datos sobre la familia. Igualmente, damos las gracias a don Juan José Generelo Lanaspa, director del Archivo Histórico Provincial de Huesca, por las facilidades dadas para la reproducción de material gráfico conservado en dicha institución.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANÓNIMO (1888). Crónica de la exposición. *La Dinastía*, 2683 (25 de marzo de 1888): 2.
- ANÓNIMO (1904). Crónica forestal. Efectos de la corrección de un torrente. *Revista de Montes*, 665: 530.
- ANÓNIMO (1917). Crónica forestal. La labor de Benito Ayerbe (q. e. p. d.). *Revista de Montes*, 973: 574-580.
- ANÓNIMO (1928). El ferrocarril de Canfranc. *Revista de Obras Públicas*, 2505: 249-265.
- ANÓNIMO (1930). De jubilaciones. Esclarecimientos cumplidos. *Madrid Científico*, 1261: 201-205.
- ANÓNIMO (2002). Jornada hidrológico-forestal en homenaje al doctor ingeniero de Montes don Antonio Pérez-Soba Baró (Pont de Suert, 19-10-2002). *Montes. Revista de Ambiente Forestal*, 70: 87-91.

- AYALA, F. J. (2002). El sofisma de la imprevisibilidad de las inundaciones y la responsabilidad social de los expertos: un análisis del caso español y sus alternativas. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 33: 79-92.
- AYERBE, J. M.<sup>a</sup> (1949). Los trabajos de defensa contra aludes y el estudio de la nieve. *Montes. Publicación de los Ingenieros de Montes*, 27: 211-315.
- AYERBE, J. M.<sup>a</sup> (1952). El invierno de 1950-1951 en Los Arañones. *Montes. Publicación de los Ingenieros de Montes*, 43: 23-25.
- AYERBE, J. M.<sup>a</sup> (1953). La defensa contra aludes: puentes de nieve. *Montes. Publicación de los Ingenieros de Montes*, 49: 51-58.
- AYERBE, J. M.<sup>a</sup> (1954). La defensa contra aludes y sus problemas. Una solución más. *Montes. Publicación de los Ingenieros de Montes*, 57: 183-187.
- AYERBE, J. M.<sup>a</sup> (1955). La erosión y sus diversos aspectos en Aragón. *Montes. Publicación de los Ingenieros de Montes*, 65: 355-359.
- AYERBE, J. M.<sup>a</sup> (1962). Corrección de aludes. Nociones sobre la nieve, formación de aludes y sistemas de defensa. En J. M.<sup>a</sup> García Nájera, *Principios de hidráulica torrencial. Su aplicación a la corrección de torrentes*: 301-350. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias. Madrid.
- AYERBE, J. M.<sup>a</sup> (1965). Hidrología forestal. *Montes. Publicación de los Ingenieros de Montes*, 126: 479-481.
- AYERBE, J. M.<sup>a</sup> (1967a). Evolución de las obras de contención de aludes en España y cálculo de las mismas. *Montes. Publicación de los Ingenieros de Montes*, 135: 163-168.
- AYERBE, J. M.<sup>a</sup> (1967b). Repoblaciones hidrológico-forestales y defensa de embalses. *Montes. Publicación de los Ingenieros de Montes*, 138: 431-433.
- AYERBE, P. (1908). Mis optimismos. *Revista de Montes*, 751: 329-333.
- AYERBE, P. (1912). Importancia y necesidad del Servicio Hidrológico-Forestal. *Revista de Montes*, 839: 9-14.
- AYERBE, P. (1913a). El desastre hidráulico. *Revista de Montes*, 865: 71-72.
- AYERBE, P. (1913b). Aguas y montes. *Revista de Montes*, 874: 413-422.
- AYERBE, P. (1918). Nueva orientación del Servicio Hidrológico-Forestal. Estado actual del Servicio y ligeras consideraciones acerca del mismo. *Revista de Montes*, 999: 577-584.
- AYERBE, P. (1922). Un problema entre los mil a resolver en España por el Servicio Hidrológico-Forestal. *Revista de Montes*, 1077: 465-468.
- AYERBE, P. (1923). Carta abierta. *España Forestal*, 13: 87-88.
- AYERBE AÍSA, B. (1913). El problema del Cuerpo de Ingenieros de Montes en la defensa de la estación y vía internacional del ferrocarril a Francia por Canfranc. *Revista de Montes*, 871: 305-314, 872: 350-354, 873: 378-386 y 874: 423-430.

- AZPEITIA, F. (1922a). *Trabajos hidrológico-forestales para la defensa de la Estación Internacional de "Los Arañones" (Canfranc)*. Fototipia de Hauser y Menet. Madrid. 30 pp.
- AZPEITIA, F. (1922b). Trabajos hidrológico-forestales para la defensa de Canfranc contra las avenidas del torrente "Los Meses". *Revista de Montes*, 1073: 285-289.
- AZPEITIA, F. (1922c). La Estación Internacional de Los Arañones (Canfranc) y su defensa hidrológico-forestal. *Revista de Montes*, 1074: 321-382.
- AZPEITIA, F. (1924). El torrente de Los Meses y su corrección hidrológico-forestal. *España Forestal*, 95: 46-47 y 69-72.
- AZPEITIA, F., y M. GANUZA (1926). Trabajos de defensa contra aludes y torrentes de la Estación Hispano-Francesa de Canfranc (España), del ferrocarril transpirenaico de Zuera (España) a Olorón (Francia). En Institut International d'Agriculture (ed.), *Actes du 1er Congrès international de sylviculture: Rome, 29 avril – 5 mai 1926*. Roma.
- BARÓ, F. (1913). Las prácticas de fin de curso de los alumnos de sexto año en la Escuela. *Revista de Montes*, 879: 605-611, 881: 682-689, 882: 725-730, 883: 756-766 y 884: 797-801.
- BARÓ, F. (1917). *La corrección de los torrentes y aludes en España*. Imprenta Alemana. Madrid. 45 pp.
- BERNAD, F. (1913). Los torrentes de Canfranc. *Revista de Montes*, 880: 629-637.
- BERNAD, F. (1919). Carta abierta. *España Forestal*, 51: 99-101.
- CONAMA (2004). *Grupo de trabajo 8. La restauración hidrológico-forestal: pasado, presente, futuro*. Disponible en <http://www.conama.org/documentos/GT8.pdf> [consulta: 7/5/2014].
- DEMONTZEY, P. (1882). *Traité pratique du reboisement et du gazonnement des montagnes*. J. Rosthchild éditeur. París. 528 pp.
- FERRER, J., y J. REIG (1905). *Reseña de los trabajos realizados por la División Hidrológico-Forestal de la cuenca inferior del Ebro y Pirineos orientales en 1902, 1903 y 1904*. Sol y Benet. Lérida. 166 pp.
- GARCÍA NÁJERA, J. M.<sup>a</sup> (1962). *Principios de hidráulica torrencial. Su aplicación a la corrección de torrentes*. 1.<sup>a</sup> ed., 1943. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias. Madrid.
- GÓMEZ MENDOZA, J. (1989). La discusión técnica en torno a la política hidráulica y a la política forestal del Plan Nacional de Obras Hidráulicas. En *Los paisajes del agua: libro jubilar dedicado al profesor Antonio López Gómez*: 85-96. Universidad de Valencia, Valencia / Universidad de Alicante, Alicante.
- GONZÁLEZ, E. (1928). Las obras de defensa de la Estación Internacional de Los Arañones. *La Voz*, 2356 (18 de julio de 1928): 3.
- MADRIGAL, A. (ed.) (1999), *Ciencias y técnicas forestales: 150 años de aportaciones de los ingenieros de Montes*. Fundación Conde del Valle de Salazar / Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Madrid.

- MARRACO, S. (1999). La restauración hidrológico-forestal en el Pirineo aragonés: tres ejemplos y una conclusión. En A. Madrigal (ed.), *Ciencias y técnicas forestales: 150 años de aportaciones de los ingenieros de Montes*: 261-270. Fundación Conde del Valle de Salazar / Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Madrid.
- MARTÍNEZ-FALERO, V. (1946). Trabajos realizados por la 6.<sup>a</sup> División Hidrológico-Forestal de la cuenca media del Ebro. *Montes. Publicación de los Ingenieros de Montes*, 7: 9-25.
- NAVARRO, J., J. MONGIL y J. C. ARAUJO (2013). Desertificación secular de las cuevas de Saldaña (Palencia) frente a 80 años de restauración. En *Actas del IV Encuentro de Historia Forestal. Gestión forestal y sostenibilidad: experiencias históricas. Vitoria-Gasteiz, 18 y 19 de octubre de 2012*: 115-122. Sociedad Española de Ciencias Forestales. Madrid.
- NICOLÁS, J. (2001). *Restauración hidrológico-forestal de la cuenca del torrente Arás*. Tragsa-Tragsatec. Madrid. 221 pp.
- PALACIO, E. del (coord.) (2013). *Cien años de restauración hidrológico-forestal*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid. 197 pp.
- PÉREZ-SOBA, I. (2002). Conclusiones hidrológicas de la evaluación de diques de corrección hidrológico-forestal. *Ingeniería Civil*, 126: 93-98.
- TARAZONA, C. (2013a). *Los barrancos de Arguisal*. Disponible en <http://esmemoriaus.blogspot.com.es/2013/09/los-barrancos-de-arguisal.html> [consulta: 7/5/2014].
- TARAZONA, C. (2013b). *El Barranco Escuer*. Disponible en <http://esmemoriaus.blogspot.com/2013/09/el-barranco-escuer.html> [consulta: 7/5/2014].
- TARAZONA, C. (2013c). *El Barranco Sía*. Disponible en <http://esmemoriaus.blogspot.com.es/2013/10/el-barranco-sia.html> [consulta: 7/5/2014].
- TORNIL, I. (1992). Defensa de la Estación Internacional de Canfranc. En G. de Aranda (ed.), *Hidrología forestal y protección de suelos*: 667-678. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- VIDAL, E. (1999). *Fronteras y ferrocarriles: génesis, toma de decisión y construcción de los carriles transpirenaicos (1844-1929)*. Universitat de Lleida. Lleida. 221 pp.
- XIMÉNEZ DE EMBÚN, J., y L. VELAZ DE MEDRANO (1915). Los aludes de Panticosa. *España Forestal*, 4: 86-89.