

ANTECEDENTES PARA UNA HISTORIA DE AVENIDAS DEL RIO EBRO (*)

Por ANTONIO LOPEZ BUSTOS
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Con el presente trabajo histórico de avenidas del Ebro se abarca un intervalo de ciento siete años, en los cuales el conocimiento de datos es suficiente para analizar estos acontecimientos.

Así se reseñan los caudales de 24 avenidas a lo largo del Ebro, durante las cuales se sobrepasaron en algún lugar de ese río los 3.000 m³/seg. Estas avenidas se definen en las estaciones de Miranda, Zaragoza y Tortosa, como representativas de los tres tramos, superior, medio e inferior.

De estas 24 avenidas se han seleccionado las cuatro más importantes (1907, 1937, 1959 y 1961) para indicar los caudales que durante su transcurso se presentaron en las diversas estaciones de sus afluentes, preferentemente del lado Norte donde ellas tuvieron su origen.

En un mapa aparte se indican los caudales máximos registrados y fechas de presentación referentes a todas las estaciones de los afluentes más importantes, incluidos el Jalón y Guadalupe (Calatayud y Alcañiz), de la vertiente Sur, que ponen en evidencia cómo queda desligada esa zona en la producción de grandes avenidas del río principal, el Ebro.

Al mismo tiempo que se analizan las fuentes de información de los datos recogidos y circunstancias concurrentes de interés particular, se hace mención también, por lo que a la vertiente Sur se refiere, del gran temporal de enero a junio de 1946, que insistió en todos los afluentes de ese lado, donde se alcanzaron muchos máximos caudales sin que el Ebro alcanzase los 3.000 m³/seg.

GENERALIDADES SOBRE EL PERIODO QUE SE ESTUDIA

Obrando con cautela, es preciso prescindir del título, más concreto y claro, para este artículo de "Historia de las avenidas del Ebro", pues, aunque se inscriba en un limitado período de tiempo, quedaríamos indefensos ante la más modesta crítica que pudiera apoyarse en cualquier circunstancia ahora oculta a nuestra vista.

Terminamos el período estudiado en el año 1970-71 (día 30 de septiembre de 1971) como último transcurrido al escribir estas líneas. El comienzo es bastante más difuso, pues los primeros datos sistemáticos conocidos datan de 1864, pero sólo corresponden al río Ebro en el Bocal (Tudela), donde arranca el Canal Imperial de Aragón y sus estadísticas. Allí la primera avenida superior a 3.000 m³/seg se presentó en 1888, pero pudiera haber habido avenidas en otros lugares que no repercutieron en ese tramo, que puede estimarse desde Castejón hasta Mequinenza, con permiso del río Gállego, que desemboca al Ebro a su salida de Zaragoza, siendo muy poco probable que haya producido avenidas serias sin ayuda desde Tudela.

De todas formas, si fuera posible completar esta "historia", más o menos equiparablemente a la de la Humanidad, con sus etapas de antigua, media y moderna, el valor de la misma sería, sin duda, interesantísimo en muchos aspectos, pero no tanto en lo que a la Ingeniería se refiere, ya que para el proyecto de obras hidráulicas solamente interesa el régimen previsible en la duración de su vida, siempre relativamente corta cuando se mide dentro de los límites de lo que pudiéramos llamar nuestra moderna civilización.

(*) Se admiten comentarios sobre el presente artículo, que pueden remitirse a la redacción de esta Revista hasta el 30 de junio de 1972.

Estas reflexiones parecen reforzar la conveniencia de abrochar bien la estadística sobre las circunstancias hidrológicas de los tiempos que corren, máxime al estar el hombre ahora pisando a fondo el acelerador, para terminar, seguramente antes de lo natural, con una de las etapas de equilibrio ambiental de las que la Humanidad hasta ahora va recorriendo con mayor o menor fortuna en el camino de su existencia. Así se podrían mejor detectar los primeros indicios de un posible tránsito, que quizá, advertido a tiempo, pudiera ser frenado lo necesario para entrar en él con una mejor preparación.

Continuando con las avenidas, si nos limitamos a los tiempos posteriores a 1900, la mayoría de los datos pueden apoyarse ya en los anuarios de aforos de la Dirección General de Obras Hidráulicas, particularmente en los años más recientes, aunque por desgracia las dos mayores avenidas se han presentado una en 1937, cuando la guerra civil afectaba directamente a gran parte de la cuenca, y otra en 1907, poco antes de que las redes de aforos fluviales adquiriesen cierta consistencia, lo cual comenzó a suceder hacia 1912.

Las dificultades apuntadas pueden, sin embargo, ser orilladas en gran parte, gracias a los testimonios proporcionados por aquellos que han sabido trabajar con la tenacidad necesaria para estas empresas, en las que se precisa una muy particular dedicación y gran constancia en el trabajo, ya que el paso del tiempo, normalmente destructor para la mayoría de las obras humanas, da por el contrario desarrollo y vigor a las estadísticas de la Naturaleza, cuyas enseñanzas son así acrecentadas.

Es por lo dicho un deber citar, como buen ejemplo y para ensalzar como merecen, en primer lugar, cronológicamente hablando, quienes han administrado el Canal Imperial de Aragón, con sus datos de aforos en la presa del Bocal, desde el año 1864 hasta nuestros días, y en segundo lugar la aportación de interesantísimos datos, lograda gracias a la fina sensibilidad del pueblo catalán, siempre alerta para la observación y estudio de cuanto encierra real interés y que así nos ha proporcionado las bases para el conocimiento de las avenidas de 1907 y 1937, particularmente a través de los estudios de E. Fontseré y F. Galcerán (1938), así como el Atlas Pluviométric de Catalunya, de J. Febrer.

RESUMEN DE LAS PRINCIPALES AVENIDAS

Intentamos dar una idea de conjunto, que para no ser demasiado farragosa, jalona el Ebro en tres puntos únicamente. Miranda, Zaragoza y Tortosa, cuyas superficies de cuenca receptora son, respectivamente: 5.481, 40.434 y 84.230 Km². Ello se atempera también mejor a la escasez de datos de los primeros años. Así reunimos, en el cuadro de la página siguiente, las avenidas acaecidas desde 1864, que se inicia con la de 1888.

Es decir, 24 avenidas alcanzando los 3.000 m³/seg. en los ciento siete años que van desde 1864 a 1971. Debemos remarcar que en la avenida de mayo de 1971 el caudal de Tortosa fue frenado ya sensiblemente por los embalses de Mequinenza y Ribarroja; en otro caso después del día 25 de ese mes se habrían superado los 3.150 m³/seg. del día 23, aunque sin alcanzar cifras muy superiores a esa.

FECHAS		CAUDALES MAXIMOS EN M ³ /SEG Y DIA EN QUE SE PRESENTARON		
Mes	Año	Miranda	Zaragoza	Tortosa
Marzo	1888	—	3.760 - 13	—
Enero	1889	—	3.160 - 14	—
Febrero	1889	—	3.800 - 18	—
Enero	1891	—	3.250 - 25	—
Febrero	1892	—	3.790 - 6	—
Enero	1895	—	3.118 - 23	—
Noviembre	1906	—	3.030 - 18	—
Octubre	1907	100 - 22	1.700 - 23	* 12.000 - 24
Octubre	1913	100 - 26	1.080 - 23	3.000 - 30
Abril	1915	755 - 12	1.895 - 13	3.052 - 15
Mayo	1915	173 - 12	1.527 - 10	3.600 - 11
Noviembre	1926	439 - 21	900 - 22	3.219 - 22
Diciembre	1926	1.211 - 7	3.175 - 7	3.020 - 10
Marzo	1930	762 - 13	3.500 - 15	3.000 - 17
Diciembre	1930	712 - 16	3.042 - 19	2.900 - 21
Octubre	1937	80 - 27	3.000 - 28	10.000 - 29
Enero	1939	800 - 7	3.058 - 10	3.000 - 11
Enero	1941	458 - 25	3.150 - 26	3.300 - 26
Febrero	1952	390 - 2	3.260 - 5	3.490 - 7
Diciembre	1959	* 1316 - 14	2.790 - 16	3.060 - 18
Enero	1960	738 - 24	2.324 - 28	4.100 - 29
Enero	1961	995 - 1	* 4.130 - 2	4.580 - 5
Noviembre	1961	1.178 - 13	2.570 - 16	3.000 - 30
Mayo	1971	410 - 24	1.280 - 25	3.150 - 23

COMENTARIOS GENERALES

Entre otros comentarios interesantes de la Prensa catalana sobre la avenida de 1907, se dice que su magnitud fue aún superior a la de 1853, ya que en Vinebre se superó el nivel en 2 metros. Con esto el cuadro anterior podría encabezarse con el citado año 1853 y un caudal en Tortosa del orden de 9.000 m³/seg., que es lo que aproximadamente corresponde al apuntado nivel en Vinebre.

Esta importante avenida no la hemos incluido en la lista, por no crear un puente excesivamente largo entre 1853 y 1864, durante cuyo intervalo no hay dato alguno, pero sí quizá avenidas de importancia imposible de precisar.

Es necesario también hacer constar que, aunque sea poco probable, puede haberse presentado alguna avenida después de Mequinenza (confluencia del Segre), aparte de las reseñadas entre los años 1864 y 1906, pues ya se ha visto que

la mayor avenida de Tortosa en 1907, precisamente no tuvo reflejo sensible en Zaragoza. Esta circunstancia, de manera más modesta, se repitió también en los años 1913-1915 y 1926. En todo caso la presunta crecida en el Ebro inferior no sería de importancia grande al no haber dejado, que sepamos, recuerdo en Tortosa.

Para destacar esta circunstancia se han señalado los máximos maximorun de cada estación, mediante un asterisco, y así se manifiesta mejor la relativa independencia de esos tres tramos del Ebro, que pudiéramos llamar superior, medio e inferior.

Las citadas avenidas han sido, como se dijo, seleccionadas sobre la base de alcanzar en Zaragoza o por lo menos en Tortosa, los 3.000 m³/seg., ya que por debajo de ese límite aumenta la frecuencia, de manera que se pone de manifiesto una excesiva normalidad.

Sin embargo, debe hacerse notar que la estación de Miranda alcanzó caudales superiores a 800 m³/seg. (que son allí de excepción) en bastantes fechas, sin encontrar en ningún caso, reflejo suficiente aguas abajo, lo que pone de manifiesto, una vez más, la independencia relativa entre los tres tramos indicados, más aún a la vista de los escasos caudales de Miranda en los años 1907 y 1937, que son las mayores avenidas de Fayón y Tortosa, con volúmenes verdaderamente excepcionales.

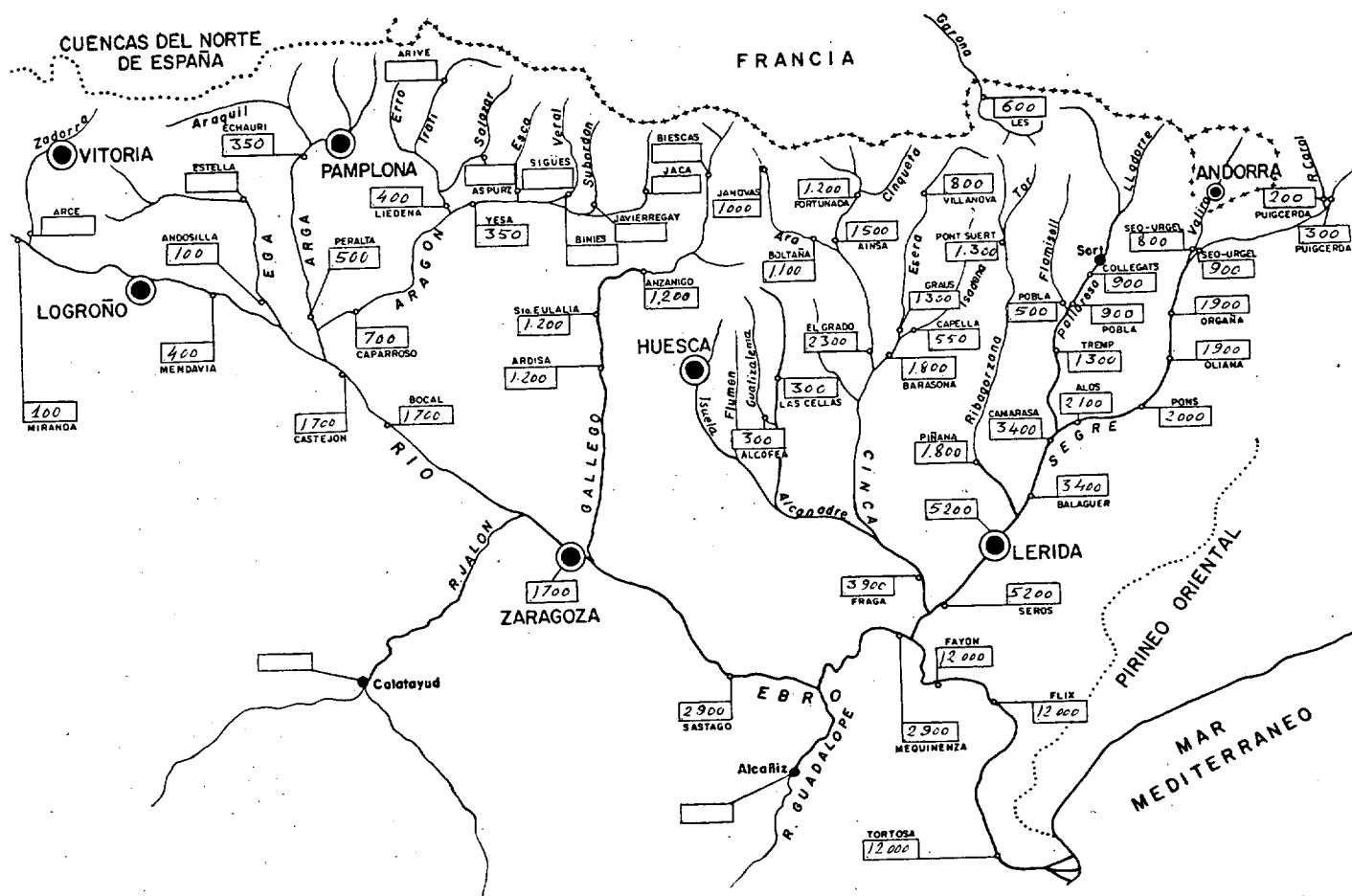
Para entrar en mejor detalle, se reseñan en otros tantos mapas las cuatro avenidas más destacadas, es decir, las de octubre de 1907 (máxima en Tortosa), de octubre de 1937 (segunda en Tortosa), de diciembre de 1959 (máxima en Miranda) y la de diciembre-enero de 1960-61 (máxima en Zaragoza), con indicación de los máximos caudales en las distintas estaciones de aforos que son conocidos en esas fechas, pues como se ha dicho, las de 1907 y 1937 coincidieron con fechas poco propicias.

El quinto mapa que se inserta (que llamaremos de máximos) presenta en cada estación el mayor caudal de la misma y la fecha en que se produjo.

AVENIDA DE 1907

La avenida de 1907 sólo tiene referencias directas en las estaciones de Flix, Fayón y Tortosa, cuyo caudal de 12.000 m³/seg. está confirmado en los archivos de Fuerzas Eléctricas de Cataluña y concuerda con las referencias que se conservan de la Prensa de aquella época. También hay datos concretos del Ebro en Tudela, donde figura señalado, el día 23-10-1907, el moderado caudal de 1.700 m³/segundo en la presa del Bocal, lo que implica caudales muy análogos en Castejón y Zaragoza.

De esta manera se deduce inmediatamente que de los 12.000 m³/seg. que se presentaron en Fayón, Flix y Tortosa, solamente una pequeña fracción pudo llegar del Ebro medio, por Sástago y Mequinenza. Ha sido posible, además, reconstruir las isoyetas de aquellos días, particularmente del 13 al 16 de octubre (1907) con máximos diarios de 411 mm en Pont de Suer y de 300 en Viella, Poble de Segur y Sort, así como sobrepasando los 200 mm en casi todos los pluviómetros de las cuencas del Segre, Cinca y Ara.



Cuenca del Ebro. Detalle de la vertiente pirenaica. Avenida del mes de octubre de 1907 (días 22 al 25). Caudales en m³/seg.

El mapa de isoyeta media de los tres días máximos consecutivos, presenta así un núcleo o meseta de 400 mm centrado en Pont de Suer, que se cierra a mayor radio con la línea de 250 mm, arrancando de Francia hacia el Sur entre Jánovas y Jaca, para seguir por el norte de Huesca hacia el sur de El Grado y Barasona, norte de Piñana, Tremp y Andorra, hasta cerrarse por Francia pasando por el norte de Les (valle de Arán). Las líneas entre 100 y 250 mm afectan al Gállego, de Anzánigo para arriba, quedando el alto Aragón (de Yesa a Javierregay) por debajo de los 150 mm, pero volviendo a subir en la zona de Pamplona con un núcleo de cota máxima de 280 mm, que es el que produce una avenida moderada en Peralta y aún más moderada en Caparrosos (ríos Arga y Aragón desde el Irati), determinantes de los 1.700 m³/seg. del Bocal, que no pueden ya calificarse más que de "ligera crecida".

Cubicando estas precipitaciones con aplicación de coeficientes de escorrentía en armonía con los que determinan los caudales conocidos, se ha podido ajustar la parte más enérgicamente afectada por aquel extraordinario temporal de lluvias, perfilando las cosas según aparecen en el mapa correspondiente; los resultados han coincidido además con los lugares de inundaciones indicados por la Prensa de aquellos días, como son particularmente en el Gállego, Isuela, Flumen y Alca-

nadre. Además en esta avenida se alcanzaron caudales muy próximos a los desagües de aliviaderos de embalses que han sido construidos posteriormente a ella, como resumimos seguidamente:

Embalse	Río	CAUDALES EN M ³ /SEG	
		Aliviadero	Avenida de 1907
Mediano	Cinca	3.250	2.300
El Grado	Cinca	3.420	2.300
Barasona	Esera	1.500	1.800
Oliana	Segre	2.000	1.900
Escales	N. Ribagorzana	1.000	1.300
Santa Ana	N. Ribagorzana	1.920	1.800
Tremp	N. Pallaresa	2.000	1.300
Camarasa	N. Pallaresa	2.000	1.300
San Lorenzo	Segre	2.680	3.400
Ribarroja (Fayón)	Ebro	13.000	12.000

Naturalmente, a las capacidades de los aliviaderos, ha de añadirse la de los desagües inferiores, que cubren algunas las diferencias apreciadas. Ya veremos en otro estudio que esta avenida, para las cuencas del Segre bajo y Ebro es equiparable posiblemente, a la que se puede esperar cada quinientos años.

La crecida del Gállego en 1907, con ser importante, ha sido después superada en 1937 y 1942, año éste con el máximo conocido en dicho río, sin ser mucho mayor a los otros.

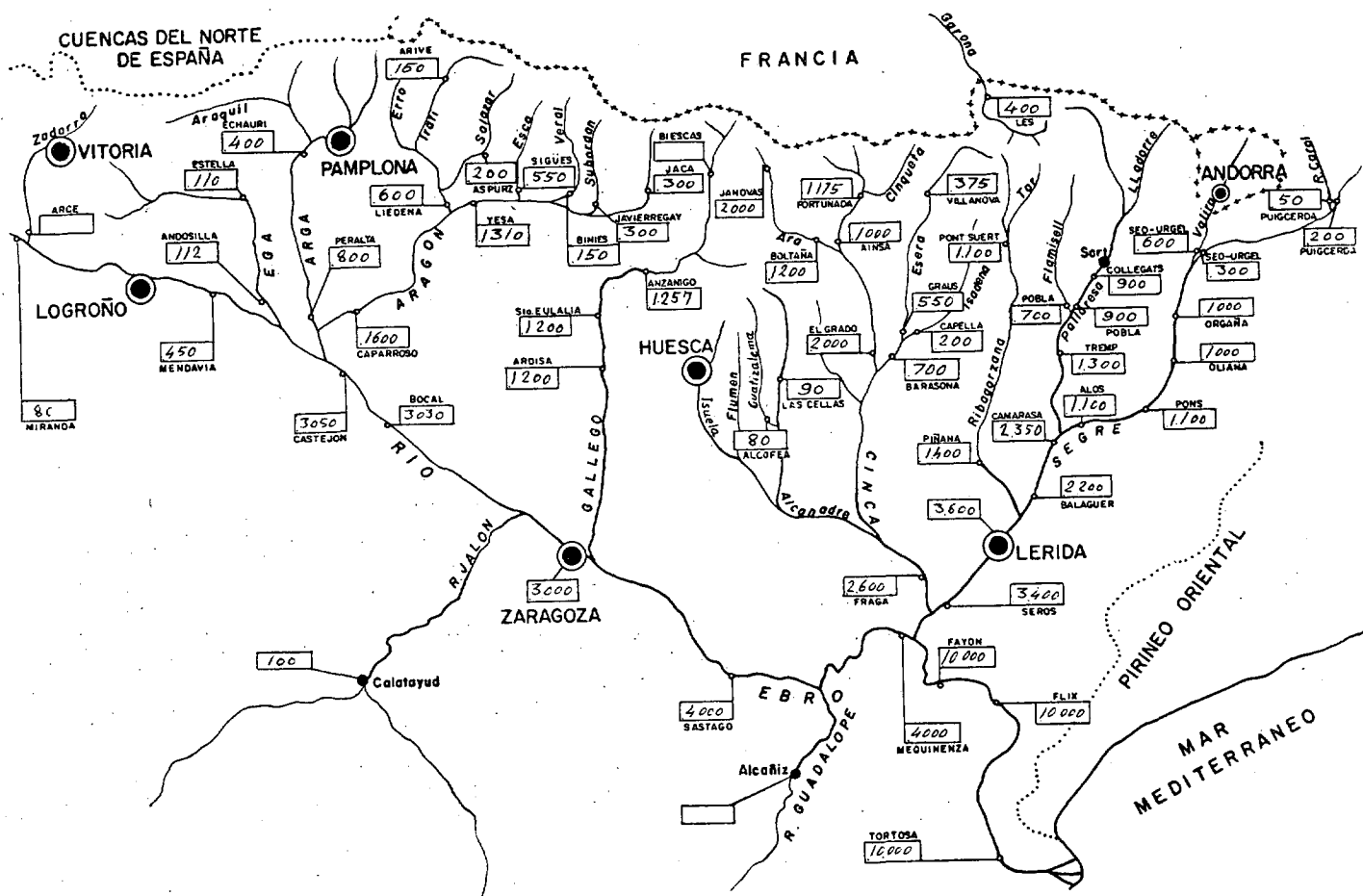
Aguas arriba de Liédena, en el río Irati y de Caparroso, en el río Aragón, no se han determinado los caudales, por ser de valores bajos en comparación a los restantes, y sus deducciones a través de las isoyetas, de menor precisión que cuando se trata de precipitaciones excepcionalmente violentas.

AVENIDA DE 1937

Es bastante mejor conocida que la anterior. Sin embargo, a causa de la guerra civil, solamente hay datos directos en los anuarios de las estaciones de aforos del Ebro en Miranda, Ega en Andosilla, Arga en Peralta, Ebro en Zaragoza, Aragón en Jaca, Ebro en Mendavia (Lodosa), Veral en Biniés, Ega en Estella y también Jalón en Calatayud, en la vertiente Sur.

De todos estos datos se detecta que por el Ebro en Miranda no llegó avenida alguna, manifestándose débil crecida en Mendavia y crecidas normales en los ríos Ega y Arga, pero ya francamente elevada en el río Aragón, particularmente por la zona de Jaca. En Zaragoza se refleja así un máximo de punta de 3.000 metros cúbicos por segundo confirmados en el Bocal.

Del Gállego se conocen, a través de Eléctricas Reunidas de Zaragoza, los datos de Anzánigo con sus 1.257 m³/seg. de punta bastante sostenida, que confirma esta avenida como muy parecida a la de 1942, aunque ligeramente inferior. (En 1942 se midieron 1.300 m³/seg. en Ardisa y Anzánigo y 1.250 en Santa Eulalia, ligeramente frenado por el embalse de La Peña, que se llenó en pocas horas.)



Cuenca del Ebro. Detalle de la vertiente pirenaica. Avenida del mes de octubre de 1937 (días 27 al 30). Caudales en m³/seg.

A través de Fuerzas Eléctricas de Cataluña, se conocen los caudales del Ebro en Flix y Tortosa, así como de todas las estaciones del Segre y Noguera Pallaresa, confirmados en el informe de E. Fontseré y F. Galcerán, donde aparecen inclusive publicados los hidrogramas de avenida de las estaciones del Segre en Lérida y Pons, del Noguera Pallaresa y Flamisell en Poble de Segur y las salidas de los embalses de Tremp, Camarasa y San Lorenzo, los dos primeros en el Pallaresa y el segundo inmediatamente aguas abajo de la estación del Segre en Camarasa. Estos hidrogramas al parecer se mantuvieron muy elevados durante los cuatro días del 26 al 29, con tres puntas espaciadas de veinticuatro a treinta horas y de las cuales la superior es el día 29, aunque sin mucha diferencia de las otras.

En el citado informe se presentan también las isoyetas de esos días que unidas a otros datos directos de pluviometría, permiten dibujar las del día 26 (máxi-

Es de notar que durante esta avenida de 1937, es cuando se produjo, según nuestras noticias, la gran avalancha del Bono, que arrastrando posiblemente más de 100.000 m³ de tierras, roca y árboles, cortó momentáneamente el Noguera Ribagorzana en avenida allí, de unos 700 m³/seg., para después rompiendo la efímera presa de tierras y ramajes así formada, enviar una fuerte onda a Pont de Suer, después de un engañoso alivio pasajero. En esos graves momentos se sobrepasarían allí sin duda los 1.100 m³/seg. que figuran en el mapa como promedio diario o al menos de bastantes horas, pero no es posible precisar esta aguda punta, por no haber entonces limnógrafo en aquel lugar.

[illegible]

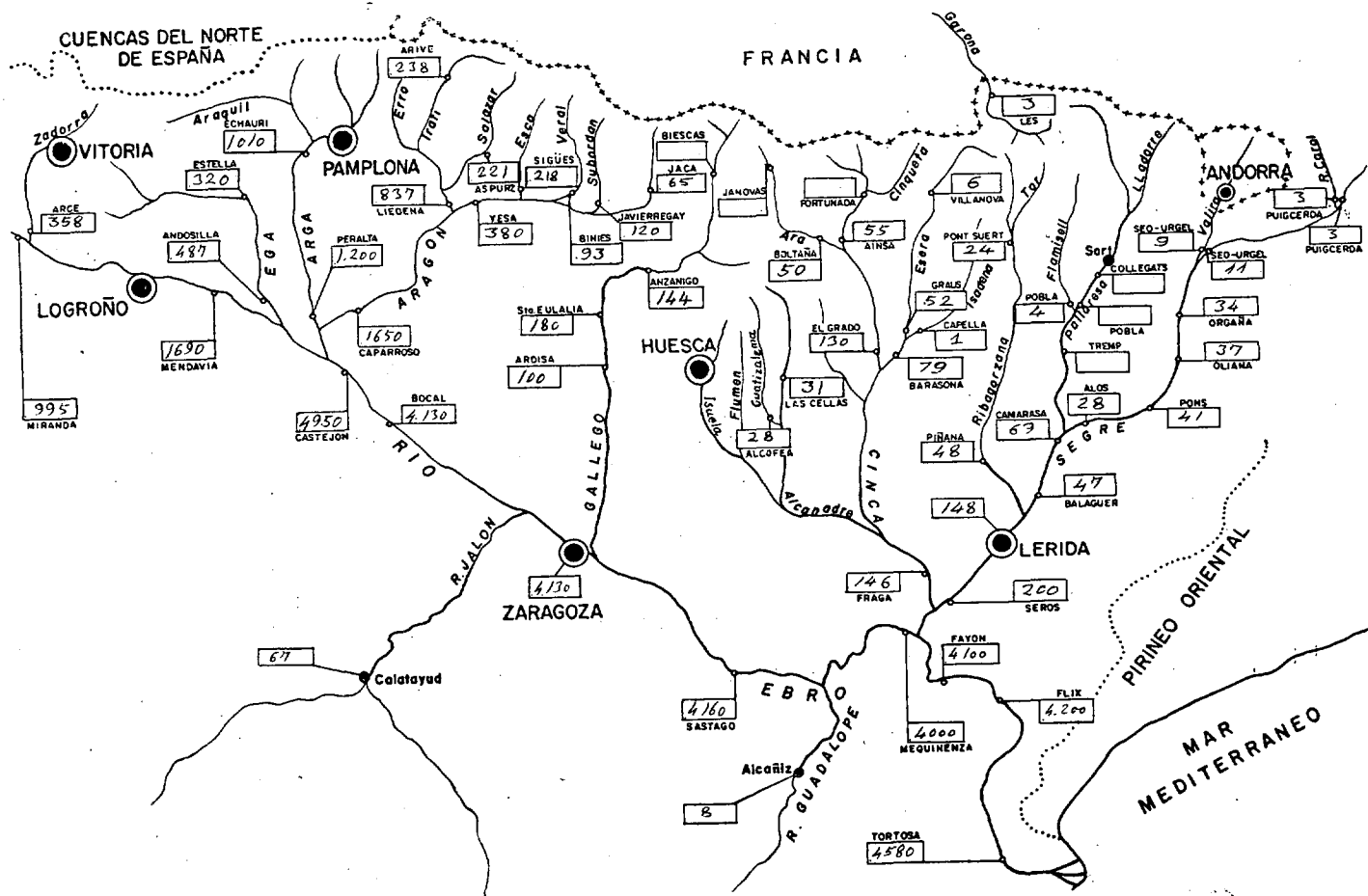
198

AVENIDA DE 1959

Los datos figurantes en el mapa correspondiente, son todos ya procedentes de la red de aforos y esta avenida es de tónica bastante moderada, pero se inserta entre las que destacamos, por ofrecer la estación de Miranda el máximo de su historia ($1.316 \text{ m}^3/\text{seg.}$), representativo del alto Ebro y un ejemplo de distribución para este caso. En general se confirma cómo en Miranda, donde se limita el alto Ebro, queda este tramo muy desligado del medio y del inferior, pues por su pequeña cuenca, se comporta en muchos casos como un afluente, estando sus avenidas bastante desligadas a las de Zaragoza y Tortosa, más correlacionadas.

AVENIDA DE DICIEMBRE-ENERO 1960-61

Esta avenida es en cierto modo la réplica a la de 1907, pues en ella son las estaciones del Ebro medio, Castejón, Bocal, Zaragoza, Sástago y Mequinenza las que marcan los máximos de su historia (entre 4.900 y $4.100 \text{ m}^3/\text{seg.}$) mientras el Segre y Cinca apenas alcanzan un tono discreto, lo cual ocurre también con el Gállego que suele acompañar a estos en sus crecidas (particularmente al Ara).



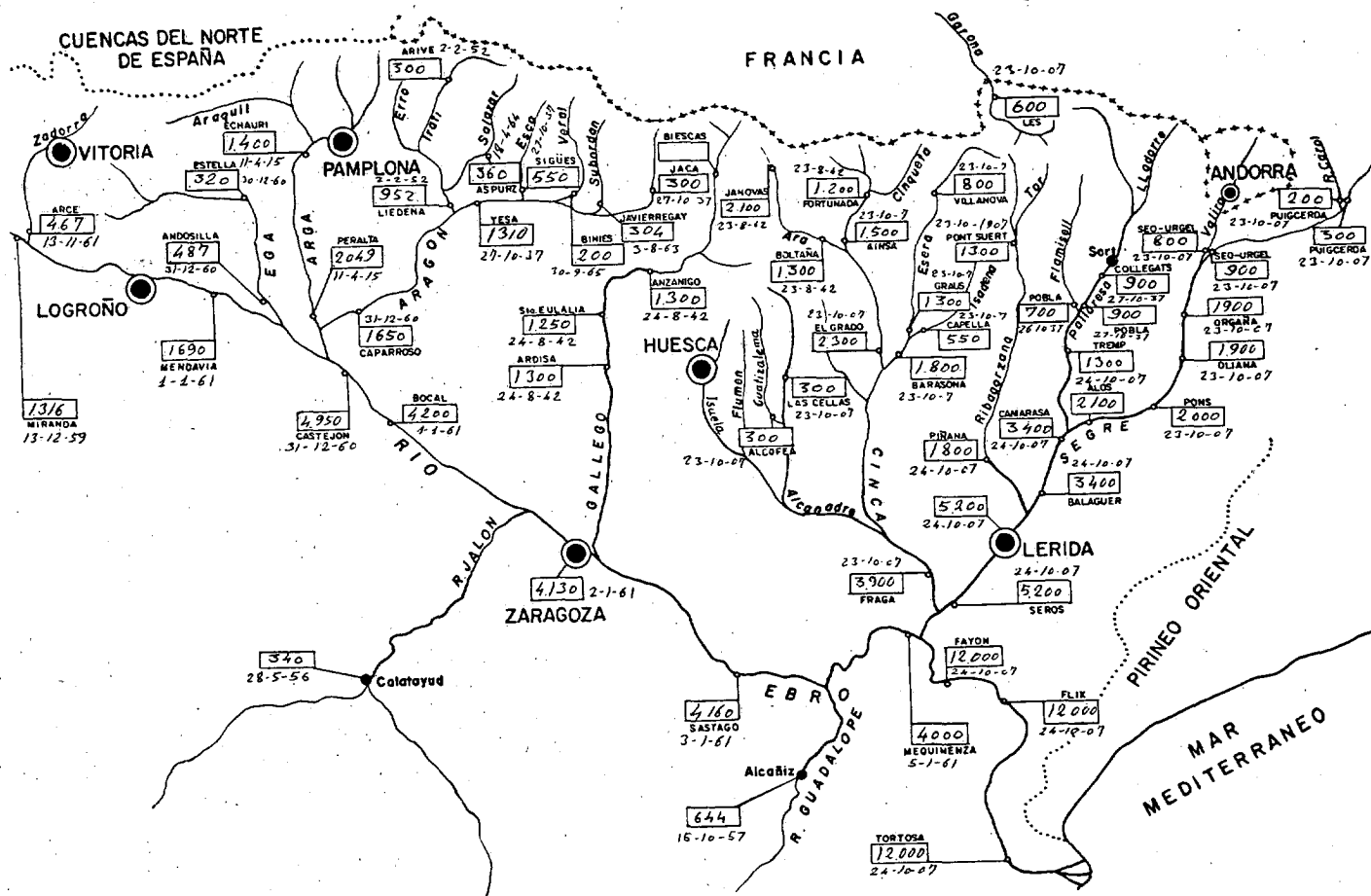
Cuenca del Ebro. Detalle de la vertiente pirenaica. Avenida de diciembre-enero de 1960-61 (días 30 al 5). Caudales en $\text{m}^3/\text{seg.}$

Aquí se ve además que Sástago y Mequinenza están, como es natural, más influenciadas por el Ebro medio y superior, que por el Gállego, cuyo río ni en 1907 ni en 1942, fue capaz de hacer destacar a Sástago y Mequinenza con caudales de excepción, lo que casi logró en 1937, más ayudado entonces desde Castejón.

Desde Zaragoza (después del Gállego) hasta Mequinenza, el Ebro recorre el largo y seco trayecto, de unos 90 Km, con incorporación de casi 12.000 Km² de cuenca y la baja hidraulicidad media de 2,5 l/seg./Km² cuando la media de todo el Ebro es de 6,5 (recomendamos ver las curvas A S de los últimos anuarios de aforos). Este extenso trayecto pesa aún más en el recorrido de las avenidas importantes, al ser todos los afluentes modestos, y por el lado sur, cuyas avenidas no suelen coincidir con las pirenaicas, que son las que mueven verdaderamente al Ebro.

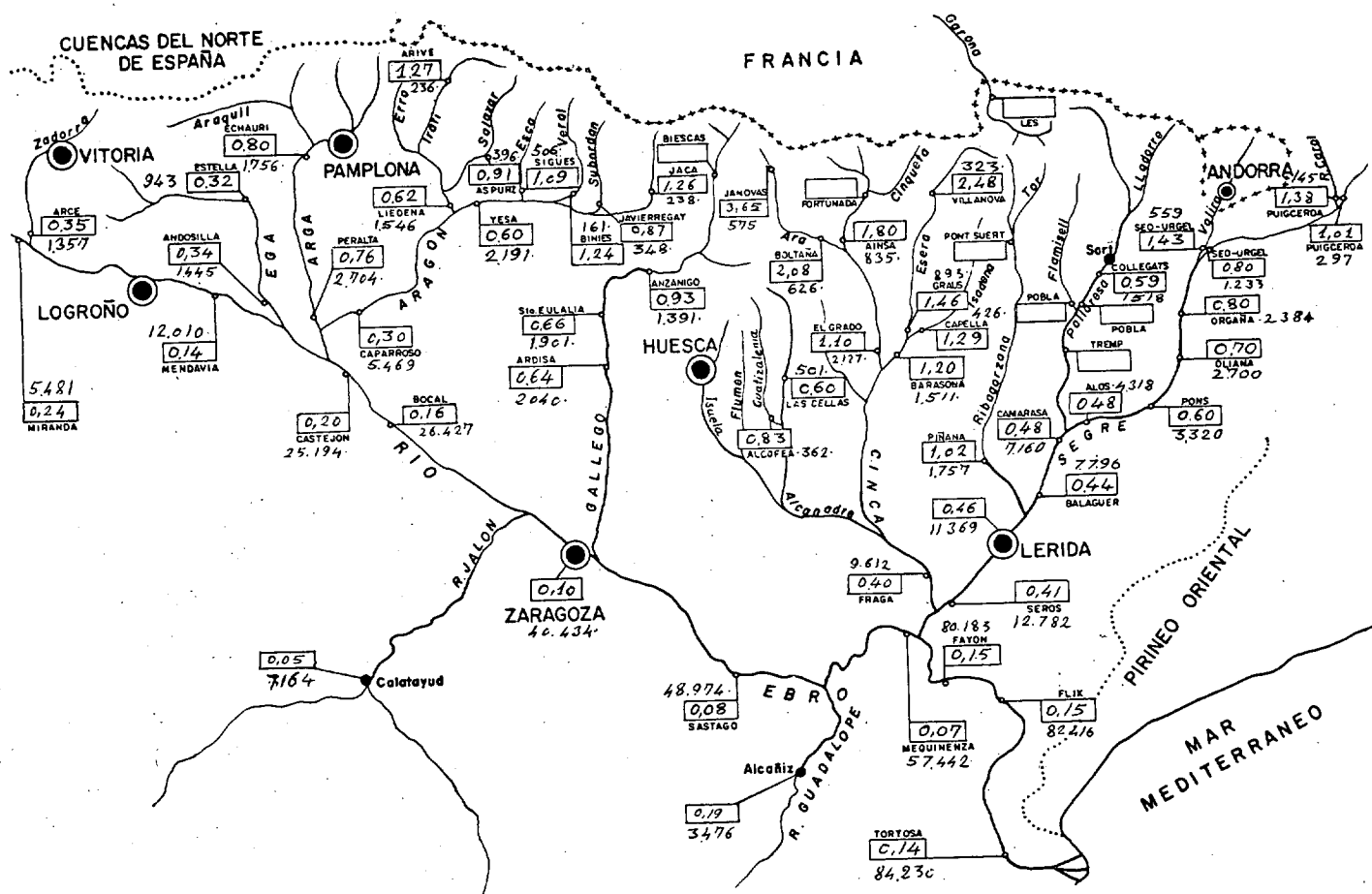
MAXIMOS CAUDALES DE 1906 A 1970

En el plano número 5 se presenta, para cada estación de aforos de las anteriores, el caudal máximo registrado en su historia desde 1900 hasta 1970, señalando al lado la fecha de ocurrencia. Es muy poco probable que estos destacados



Cuenca del Ebro. Detalle de la vertiente pirenaica. Caudales máximos conocidos en m³/seg. durante el período 1906 a 1970 con indicación de las fechas de ocurrencia.

valores puedan haberse sobrepasado en algún caso aislado sin dejar notoria huella, en el corto período de 1900 a 1906, menos controlado. Además, poniéndose a admitir hechos insólitos, también en el propio período 1906 a 1970, podría haberse presentado en alguna estación secundaria una avenida aislada alguno de los años que en ello no haya funcionado, que a veces los hay, pero estos temores sólo pueden darse en el caso de barrancos muy torrenciales y autónomos, cosa que no es propia en los ríos que estudiamos, y únicamente sería posible en la vertiente sur, donde las tormentas aisladas del verano, con poco radio de acción, pueden y suelen llegar a batir las mayores marcas (para caudales específicos).



Cuenca del Ebro. Detalle de la vertiente pirenaica. Caudales máximos específicos en $\text{m}^3/\text{seg.}/\text{Km}^2$ y superficies de cuenca en Km^2 (período 1906-1970).

Se ve cómo las avenidas de 1907 y 1937 acaparan prácticamente todo el Segre, Nogueras y bajo Ebro. El Cinca se reparte entre el año 1907 en la zona oriental, y el 1942 zona occidental (río Ara), que coincide con la mayor avenida del Gállego, que además fue en agosto, en régimen de verano, por lo que no encontró eco en otros lugares.

Respecto a la máxima avenida del río Esera, en Barasona, figura como es realmente, $1.800 \text{ m}^3/\text{seg.}$ en octubre de 1907, pero se debe de llamar la atención de

que si algún lector curioso explora los anuarios de aforos, verá que en esta estación el máximo instantáneo del día 3-8-63 alcanzó a 1.978 m³/seg. con un medio diario de solamente 1.100 m³/seg. Ello es debido a que en las avenidas reseñadas, se han manejado los máximos instantáneos, pues éstos, por la importancia de las mismas, se sostuvieron bastante tiempo y en la de 1907, que no había limnigrafos, se puede afirmar que los máximos instantáneos fueron muy próximos a los medios diarios, ya que las copiosísimas lluvias en la mayoría de los lugares afectados se mantuvieron de ocho a diez días seguidos, como menos. Sin embargo, el día 3-8-63, en Barasona, se produjo la señalada punta de una manera muy aguda y de forma artificial, manejando adecuadamente las salidas del embalse para descender su nivel lleno, ante la posibilidad de un nuevo recrudecimiento que luego no se produjo, despues de haber entrado por Graus y Capella los fuertes máximos de 995 y 370 m³/seg., como es natural francamente menores a los de 1907.

La gran avenida del Ebro en diciembre-enero de 1960-61 siembra de máximos dicho río desde Mequinenza hacia arriba con los 4.950 de Castejón, e igualmente se extiende por el Zadorra y Ega. Sin embargo, el máximo de Miranda se superó en 1959 aisladamente y así sucedió también en numerosas estaciones del Aragón y Arga, donde en los años 1915 y 1952 se batieron numerosas marcas, sin incluir la parte de Jaca, que fue saturada en el año 1937.

VERTIENTE SUR

Ya hemos señalado que los afluentes meridionales, por su menor importancia en sí y el carácter local y accidental de sus avenidas máximas, no representan papel importante en el presente análisis al afectar poco a las avenidas del Ebro. No obstante, en el mapa de máximos caudales, hemos incluido los del Jalón en Calatayud y Guadalope en Alcañiz, que como es natural, corresponden a fechas independientes entre sí y de las avenidas generales todas septentrionales.

Creemos, no obstante, se debe hacer mención del gran temporal de agua del invierno y primavera de 1946, que afectó de manera conjunta a las cuencas del Jalón, Huerva, Aguas Vivas, Martín, Guadalope y Matarraña. Las lluvias comenzaron a fines de diciembre de 1945, después de la gran sequía de 1944 a 1945, y por contraste continuaron copiosas hasta casi junio. En la zona de Alcañiz hubo lugares que transcurrieron más de treinta días seguidos sin prácticamente dejar de llover.

El río Jalón, en Calatayud, alcanzó el 12 de mayo un máximo modesto de 106 metros cúbicos por segundo, pero se mantuvo casi todo el período por encima de 30 m³/seg., lo que supera notablemente al régimen habitual en esos meses.

Los ríos restantes, desde el Huerva al Matarraña, alcanzaron en los días 12 al 14 de mayo caudales todos ellos semejantes a los máximos vertidos posibles para los aliviaderos de sus embalses, inclusive el de Cueva Foradada (sobre el río Martín) fue superado, produciéndose averías en la cascada de amortiguación, pese a estar abiertos todos los desagües.

A pesar de todo esto, el río Ebro si bien siempre caudaloso, no pasó de

1.565 m³/seg en Zaragoza (el 13-5-46) y 2.400 en Fayón (el 14-5-46), sin contar que además se presentaron esos días crecidas ordinarias en el Aragón, Gállego y Segre.

CAUDALES ESPECIFICOS Y PERIODICOS DE RETORNO

Para terminar, se señalan en el mapa número 5 los caudales específicos q en m³/seg./Km², correspondientes a las avenidas del mapa 4. Completando los datos se ha puesto también fuera del recuadro la superficie S de la cuenca alimentadora de cada estación en kilómetros cuadrados, para dar conocimiento de este importante dato.

El máximo de estos caudales específicos corresponde al río Ara, en Jánovas (3,65) y el mínimo al Ebro, en Mequinenza (0,07). Los caudales específicos q , tanto de avenidas como medios, son siempre más elevados en cuencas pequeñas y menores en las grandes. Sin embargo, debe notarse que en el 3,65 de Jánovas se manifiesta una cifra verdaderamente elevada, y los 0,07 de Mequinenza son mejorados después de la incorporación del Segre al subir las calidades, ya que el tramo Zaragoza-Mequinenza, como se dijo, es señaladamente adverso.

Si se tratara de una cuenca totalmente homogénea y datos procedentes de la misma avenida, todos estos pares de valores q - S dibujarían en un diagrama cartesiano una hipérbola de la forma $q \times S^p = K$, cuya curva abarcaría para S , desde los valores mínimos de 145 Km² del río Carol en Puigcerdá hasta los 84.230 Km² del Ebro en Tortosa. Esta gran diferencia es imposible de abarcar en un solo gráfico, así como los valores de q correspondientes. Se suelen emplear el papel doble logarítmico, con lo que además de encajar la curva en sus límites deseados, ella toma formas más cómodas al dibujo, normalmente a base de rectas largas con ángulos suaves.

Si la cuenca es homogénea pero se toman datos de n avenidas, el resultado sería una familia de n curvas del tipo indicado. Las mayores avenidas estarían más alejadas de los ejes cartesianos y las más próximas a ellas serían las avenidas menos importantes (menores valores de q para la misma S). Cada curva puede quedar identificada por un número tanto mayor cuanto lo es q en cada lugar S , este número puede ser representativo del período de retorno T o tiempo que señala la frecuencia más probable de presentación de la avenida, la cual queda definida por esta importante característica.

En una cuenca como la del Ebro, demasiado grande y heterogénea, es preciso hacer desdoblamiento de las subcuencas más afines. Antes de tratar de determinar los valores de T , pues son muy variados los aspectos que encierra.

Dibujando los diversos conjuntos de puntos p - S , agrupados con arreglo a sus emplazamientos e importancia de las avenidas, pueden irse separando las curvas que definen las zonas más homogéneas o subcuencas a considerar.

Para la determinación de T en cada miembro de las familias de curvas así separadas, puede fácilmente, si el número de avenidas es suficiente, clasificarse los valores con arreglo a la frecuencia de presentación y aplicar gráficamente la ley de Gumbel para deducir los períodos de retorno, que es la distribución que mejor se ajusta a esta clase de acontecimientos.

Como este análisis entra en un terreno algo diferente del aspecto histórico de lo que hasta ahora se expuso, reservamos una segunda parte para analizar y puntualizar cuanto sea posible estas cuestiones. Al mismo tiempo nos concedemos así una oportunidad para contar con la colaboración de aquellos lectores que puedan aportar algún dato que mejore en cantidad o calidad los que hasta ahora tenemos disponibles.