

SERIE TOUS

HIDROGRAMAS

DE ENTRADA A TOUS.

DATOS PARA

UN JUICIO CRITICO

José Ramón Temez y Cristóbal Mateos
Dres. Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

1. Objeto

La crecida de Octubre de 1982 en el río Júcar ha sido sin duda ampliamente estudiada y debatida por técnicos, tanto españoles como extranjeros. Pero estos estudios y debates se han desarrollado en su mayoría con motivo del Juicio por el desmoronamiento de la Presa de TOUS, provocado por dicha crecida, y han tenido poco eco fuera del ambiente forense, con lo cual ha sido escasa su difusión y el riesgo de parcialidad y falta de rigor a causa de los intereses en litigio se agrava por la falta de un control científico adecuado.

Además de exponer sucintamente las razones de nuestras estimaciones, se ha puesto énfasis en este artículo en dar publicidad a una serie de datos que se consideran esenciales, a fin de que otros técnicos puedan contrastarlos, elaborar en base a ellos sus propios cálculos y dilucidar entre los hidrogramas propuestos por los diferentes autores cuales son verosímiles. Por fortuna para el análisis crítico, las discrepancias entre esos hidrogramas suelen ser tan acusadas en caudales punta, cronología y volúmenes que no cabe que los márgenes de razonable duda y error propio de toda esta estimación cubran a unos y a otros.

Con ello se pretende evitar que la confusión creada con motivo del Juicio transmita hacia el futuro una imagen distorsionada de un suceso como el de 1982 que, por su grado de excepcionalidad, está llamado a desempeñar un papel relevante en el análisis de las crecidas de rara frecuencia en el levante español y, en particular, en el río Júcar.

Se pretende evitar que la confusión creada con motivo del Juicio transmita hacia el futuro una imagen distorsionada de un suceso como el de 1982 que, por su grado de excepcionalidad, está llamado a desempeñar un papel relevante en el análisis de las crecidas de rara frecuencia en el levante español y, en particular, en el río Júcar.

2. Los datos esenciales en el proceso de cálculo

En la estimación de los hidrogramas de entrada se diferencian claramente los períodos anterior y posterior al desmoronamiento de la presa, que tuvo lugar hacia las 19 h. 15' del día 20.

Hasta ese momento se puede determinar directamente los caudales de entrada a TOUS en función de la evolución de los niveles en el embalse anotada por Jesús González Marín. Para ello se necesitan la ley de capacidad del vaso a distintas alturas y la que relaciona los niveles de embalse con los caudales de salida estando las compuertas cerradas, ya que es sabido que estas no pudieron abrirse. Esta última ley se obtuvo sobre modelo reducido en el Laboratorio de Hidráulica del CEDEX y se recoge en la figura 1. La tabla 1 presenta la ley de capacidad y la tabla 2 los datos de González Marín.

Para diferenciar los componentes que en esas entradas totales a TOUS corresponden a los ríos Júcar y Escalona (véase croquis de situación en fig 2) se dispone para el Júcar de datos en la Central de Juan de Urrutia y en la presa de Embarcaderos, y en el Escalona está el testimonio de un pescador sobre los niveles a primeras horas del día 20, así como las referencias de los ribereños sobre la hora de presentación de la punta. Hay asimismo una colección de señales de máximos niveles detectados en un cañón aguas arriba de TOUS.

El período posterior al desmoronamiento es de gran interés tanto práctico como científico por incluir la punta del hidrograma. En esa fase es mu-

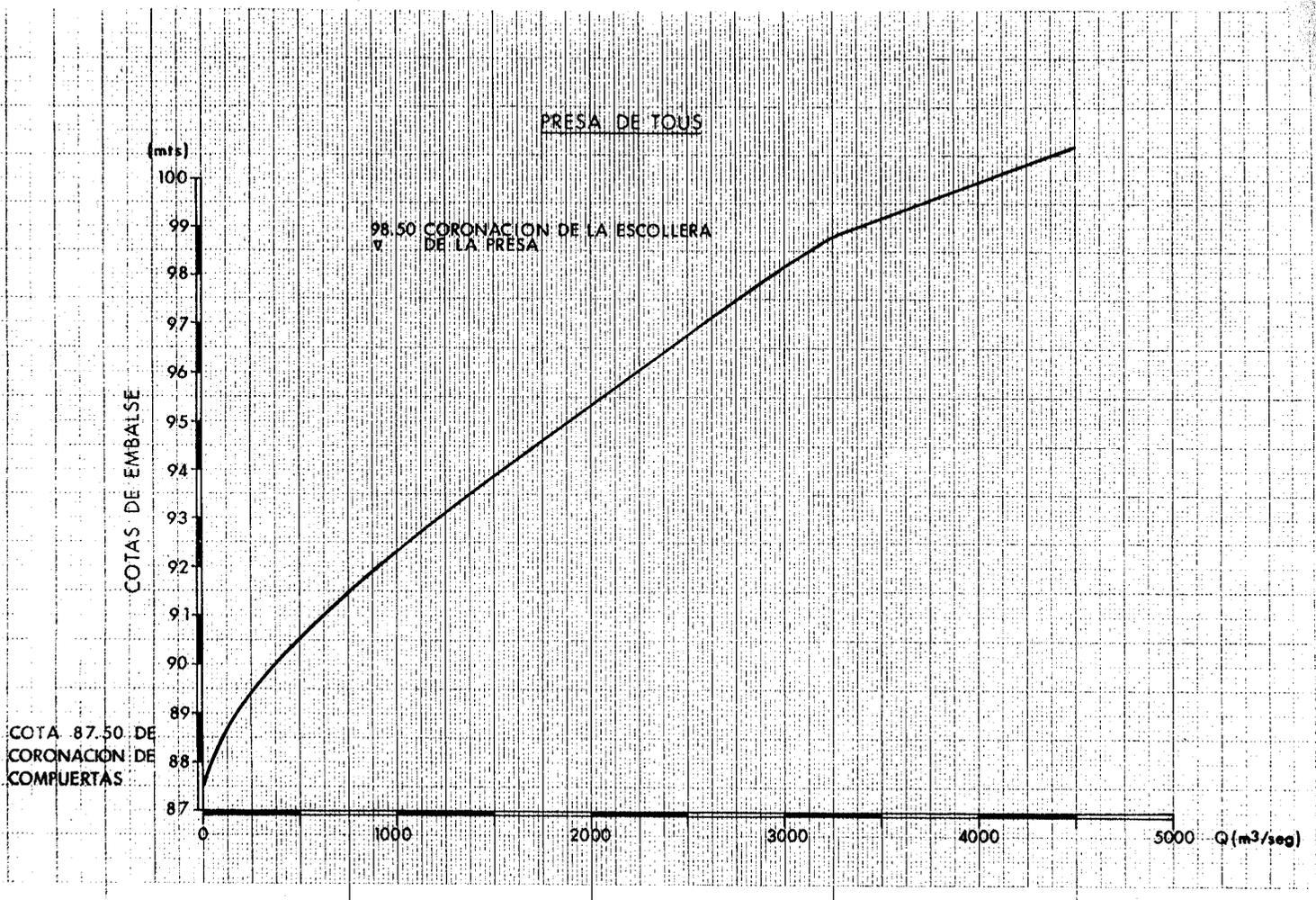


Figura 1. Curva de desagüe con las tres compuertas cerradas.

cho menos fiable la estimación de caudales salientes del embalse pues se sabe poco del proceso de degradación de la presa y las cambiantes leyes de desagüe que le acompañan. Tampoco existen datos cronológicos ni en Embarcaderos donde el personal encargado de la explotación abandonó el lugar hacia las 18 h. ni de referencias de alturas de agua en el Escalona.

Por el contrario, se conoce la evolución de niveles en la Central de Juan de Urrutia, que tras la rotura de la presa dejan de estar influenciados por el remanso de TOUS. La información sobre estos niveles se recoge en la tabla 3.

Se da también otra circunstancia, que facilita el análisis, cual es la existencia de registros de lluvia en diferentes intervalos a partir de las 9 h. del 20 en la estación de Casas del Barón, situada en la cuenca del Escalona (ver testimonio 2), lo cual ayuda a la estimación del hidrograma de ese río carente de otras informaciones en las horas de la tarde.

El hidrograma de TOUS surge por adición de los correspondientes a Juan de Urrutia y al Escalona.

En los párrafos anteriores se han descrito las líneas vertebrales del proceso deductivo de los hidrogramas, que en todo caso ha contemplado el conjunto de informaciones disponibles (registros de lluvias, niveles de agua en cauces y embalses, datos físicos en las cuencas y de su red de drenaje, etc.), y las ha compatibilizado y armonizado.

Entre las informaciones a compatibilizar figuran las relativas al embalse de Embarcaderos, a las que se les dedica un apartado en este artículo por su estrecha relación con las de Juan de Urrutia.

TABLA 1		
Características geométricas del embalse de Tous		
Cota m	Volumen embalsado Hm ³	Superficie Km ²
80	38,742	3,195
85	54,717	4,259
90	76,012	5,257
95	102,300	5,691
100	130,757	6,248
105	162,000	6,819

TABLA 2

Evolución de niveles en el embalse de Tous, según los datos tomados por Jesús González Marín durante el desmoronamiento

Día 20	Hora	Cota
	8,00	88,70
	9,00	90,50
	10,00	92,00 lecturas cerca
	11,30	95,50 de compuertas
	12,00	96,00
	13,00	96,50
	15,00	97,00 rotura del canal Júcar-Turia
	15,30	97,50
	16,50	98,50
	17,05	98,80
	18,00	99,50
	19,15	99,50 rotura de cajero
	23,30	81,00
Día 21	3,00	77,90 cotas en camino

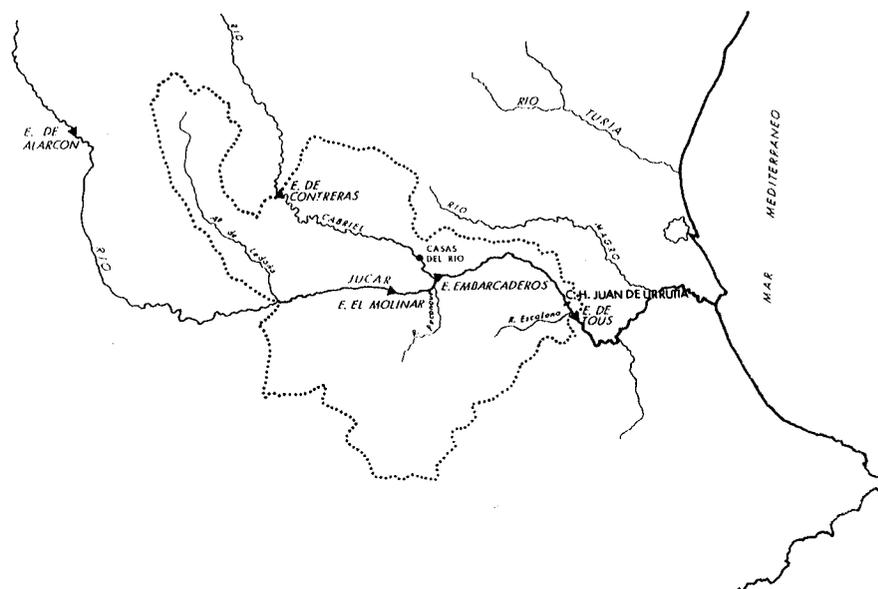


Figura 2. Croquis de la cuenca.

3. Las precipitaciones

La lluvia total del aguacero (registros desde la 8 h. del día 19 a las 8 h. del día 21) se representan en el plano de la fig. 3 donde aparecen los datos oficiales en las distintas estaciones de la zona y las isoyetas trazadas de acuerdo con ellas.

Según esos valores la lluvia precipitada aguas arriba de TOUS es del orden de los 2000 Hm³.

Se observa un núcleo con precipitaciones superiores a los 500 mm. dentro del cual hubo puntos donde se superó ampliamente esa cifra aunque no se hayan especificado en el plano por el carácter singular o incompleto de la medida.

De registros pluviográficos sólo se dispone en la Estación de Cofrentes.

TABLA 3

Evolución de niveles en Juan de Urrutia según las declaraciones de Martínez Puerta y González Noguera

Día	Hora	Nivel en cauce	nivel en fachada
20	12,15	87,5	100,55 99,25
	14,00		
	14,30		
21	0,30	Máximo	
	5,00	Inferior al máximo en 2,5 M	
	7,00	97,30	
	8,30	87,40	

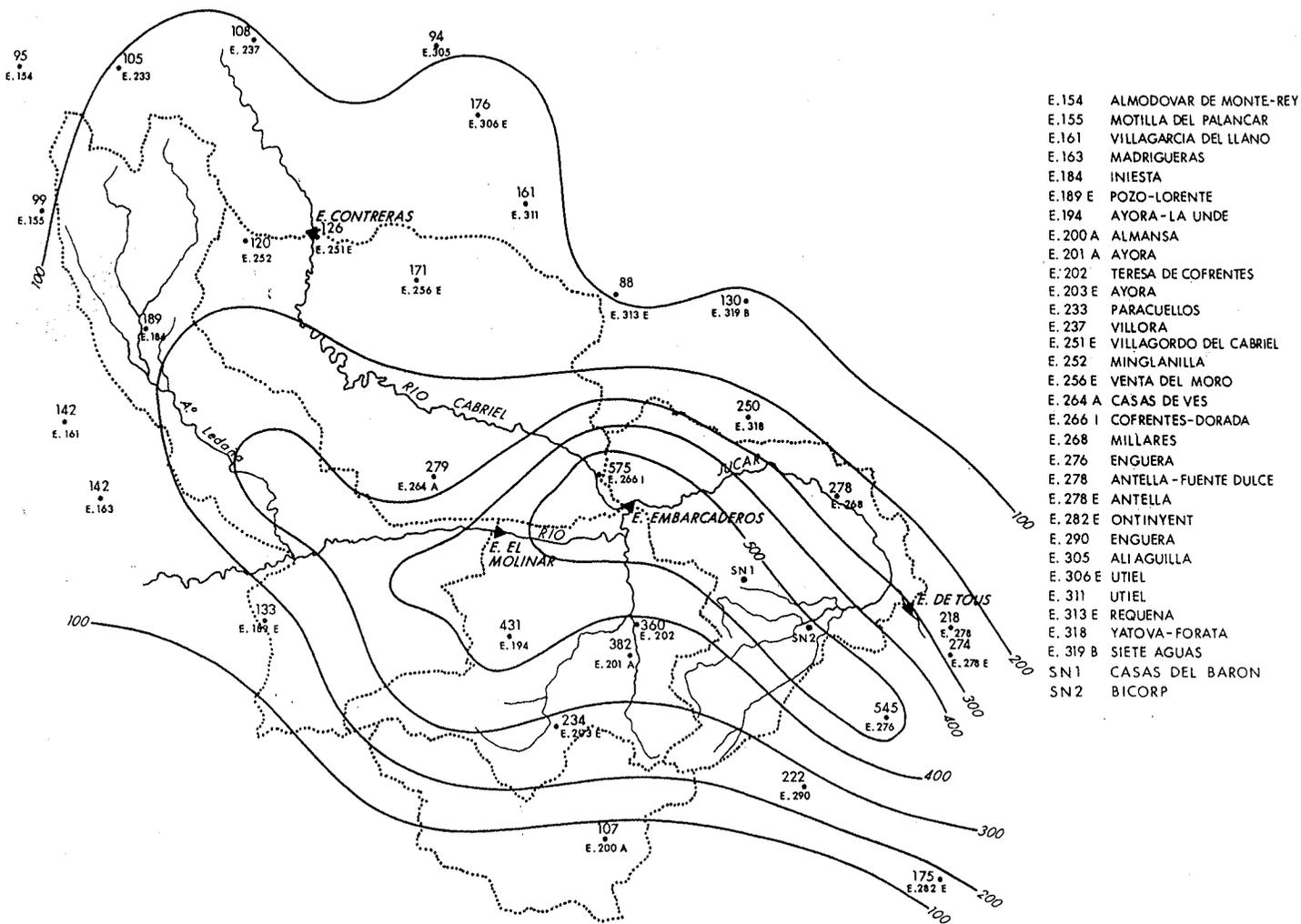
Nota de los autores: Según se deduce de Fotografías y Declaración de González Noguera el nivel máximo en fachada alcanzó la cota 106,45.

En las fig 4 se reproduce la banda del pluviógrafo y en la n° 5 la traducción que se facilitó de la misma, y aparece en la práctica totalidad de los informes técnicos sobre esta crecida. Si bien en líneas generales la traducción es correcta, se observan algunos errores con posibles consecuencias prácticas a ciertos efectos. A pesar de la confusión que crea la acumulación de trazos en las horas de fuerte intensidad del aguacero, se puede deducir de la observación de la banda que en la fig. 5 la lluvia ha sido infravalorada entre las 6 y las 7 h. del día 20 y sobrevalorada entre las 11 y las 12 hora de ese mismo día.

Merecen una mención especial los datos de lluvias de la estación Casas del Barón, tomadas por las Comisaría de Aguas del Júcar y que se reproducen como testimonio 2 donde se observa que hay unos registros muy valiosos de lluvia en distintos intervalos a partir de las 9 h. del día 20, complementados con una estimación orientativa de la lluvia en la intervalo anterior falto de registros en base a los datos de un aljibe. Opinamos que la estimación global de la lluvia hecha por la Comisaría es bastante aproximada, en contra de otros técnicos que reducen su valor, basados en proporcionalidades con el pluviograma de Cofrentes, sin darse cuenta de los errores de traducción ya comentados. Los datos de Bicorp (T 2) confirman la importancia de la lluvia previa a las 9 h. del día 20 estimada por el aljibe.

Pero conviene aclarar que en cualquier caso la hipótesis de una reducción en la lluvia de Casas del Barón correspondiente al intervalo anterior a las 9 h. paradójicamente no disminuye la segunda onda del hidrograma del Escalona sino que por el contrario la aumenta. Efectivamente, la lluvia media total sobre la cuenca prácticamente no se ve alterada por esa reducción que sólo afecta a una pequeña porción del área, y sin embargo aumenta el porcentaje del pluviograma del Escalona correspondiente a las horas de la tarde en la relación en que lo hace el de Casas del Barón.

Desde las 8 h. del día 19 hasta las 8 h. del día 21 la lluvia precipitada aguas arriba de Tous es del orden de los 2.000 hm³.



- E. 154 ALMODOVAR DE MONTE-REY
- E. 155 MOTILLA DEL PALANCAR
- E. 161 VILLAGARCIA DEL LLANO
- E. 163 MADRIGUERAS
- E. 184 INIESTA
- E. 189 E POZO-LORENTE
- E. 194 AYORA-LA UNDE
- E. 200 A ALMANSA
- E. 201 A AYORA
- E. 202 TERESA DE COFRENTES
- E. 203 E AYORA
- E. 233 PARACUELLOS
- E. 237 VILLORA
- E. 251 E VILLAGORDO DEL CABRIEL
- E. 252 MINGLANILLA
- E. 256 E VENTA DEL MORO
- E. 264 A CASAS DE VES
- E. 266 I COFRENTES-DORADA
- E. 268 MILLARES
- E. 276 ENGUERA
- E. 278 ANTELLA - FUENTE DULCE
- E. 278 E ANTELLA
- E. 282 E ONTINYENT
- E. 290 ENGUERA
- E. 305 ALIAGUILLA
- E. 306 E UTIEL
- E. 311 UTIEL
- E. 313 E REQUENA
- E. 318 YATOVA-FORATA
- E. 319 B SIETE AGUAS
- SN1 CASAS DEL BARON
- SN2 BICORP

Figura 3. Isoyetas de los días 19 y 20 de octubre de 1982.

4. Datos del Júcar en Juan de Urrutia y valoración de la punta de avenida

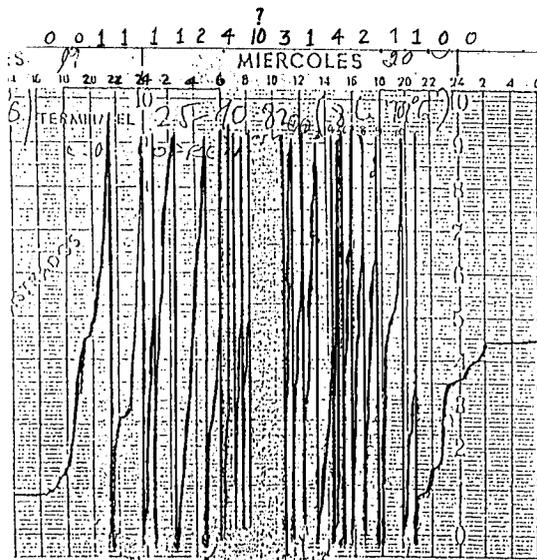


Figura 4. Banda del pluviografo de Cofrentes.

Entre la información básica utilizada se encuentra el testimonio de D. Juan Martínez Puerta, Jefe de ese Central Hidroeléctrica, que figura en el Sumario del Juicio.

También existe una colección de fotografías realizadas en la mañana del día 21, donde se observa una clara señal del barro y humedad indicando los máximos niveles alcanzados por las aguas (véase fotos número 1 y 2).

Se llama la atención sobre la impresionante magnitud de esa lámina de agua que supera los 20 m. de calado y excede en unos 9 m. la coronación de los de por sí elevados cajeros del encauzamiento. La hora de presentación del máximo fue hacia las 24 h., es decir 5 h. posterior al desmoronamiento de la presa, cuando el embalse ya estaba bajo la cota 81 y muy por debajo de la lámina de Urrutia (datos de González Marín) y, por tanto no podría influenciarla.

También debe destacarse la persistencia de la punta de caudal pues los altos niveles se mantuvieron hasta las 5 horas del día 21, cuando ape-

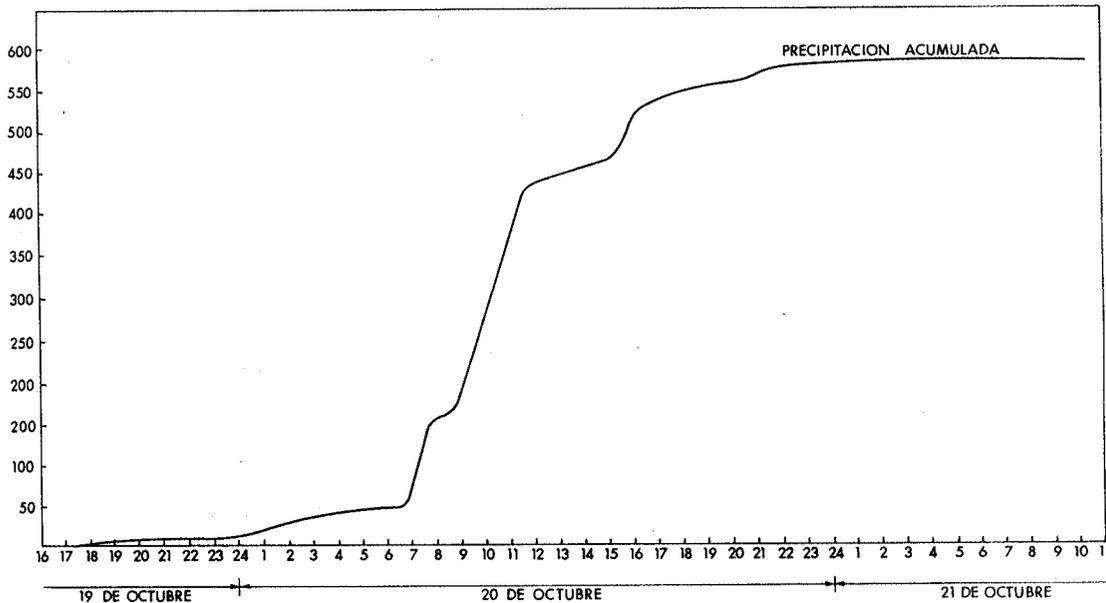


Figura 5. Traducción habitualmente manejada de la banda de pluviógrafo de la figura 4.

nas habían descendido unos 2 ó 3 m., según el testimonio antes mencionado.

Puede inducir a confusión la placa actualmente colocada en la fachada exterior de la central hidroeléctrica (fotografía n.º 3) indicativa de los máximos niveles y que no corresponde a los registrados en dicha fachada sino a los del interior de la central, donde también existe otra placa de la misma cota, esta vez correcta y confirmada por las fotografías de la época y por las señales aun hoy día perceptibles. En el exterior el agua llegó a la parte superior de las siglas H.E., como muestran las fotografías y confirmó en el Juicio con su testimonio (recogido como testimonio 3) D. Francisco Gómez Noguera, operador del cuadro de control de la central. En el interior los niveles quedaron 2,81 m. más bajos y no al mismo nivel. Por otra parte su igualdad repugnaría al esquema hidráulico del flujo que entraba por la puerta principal de la central y salía por las ventanas hacia el río que en ese lado al no haber efecto de parada debería tener una cota ligeramente inferior a la del interior de la central.

El flujo en el Júcar tiene un comportamiento complejo en Juan de Urrútia, debido a las peculiaridades de la geometría del cauce en ese entorno (un pequeño azud, estrechamiento crítico aguas abajo, expansión en la explanada de acceso presencia de la central, etc.) y por ello se juzgó oportuno comprobar en un modelo físico construido al efecto en el Laboratorio de Hidráulica del CEDEX la relación entre alturas de agua y caudales obtenida por cálculo. El modelo confirmó y precisó los cálculos teóricos previos (fig 6).

En el modelo se observa (rectificando ligeramente la estimación teórica) que para el caudal máximo el nivel en el cauce es similar al del interior de la central y, desde luego, inferior en aproximadamente 2,80 m. al nivel máximo que por efecto de parada y por agitación se alcanza en el frente de la central.

Los cálculos y el modelo permiten advertir que si se admitieran en Juan de Urrútia caudales del orden de 5.700 m³/seg., que han sido alegados

por otros autores, surgen dos dificultades insalvables:

a) Los niveles en el eje del río que aceptan coincidentes con los del interior de la central no pueden ser provocados por un régimen crítico en la sección de garganta situada a 250 m. Luego habrían de ser producidos como efecto del remanso del tramo aguas abajo y ello absurdamente su-

TESTIMONIO 1

TRANSCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN POR LA COMISARIA DE AGUAS DEL JUCAR SOBRE LA LLUVIA EN CASAS DEL BARÓN. RÍO ESCALONA

■ Datos de lluvia en la Muela de Cortes

Pluviometrista:

Lugar: Casa del Barón

Cuenca: Rambla de las Cañas (del Escalona)

Empieza a llover a las 18 horas del día 19-10-82, suave hasta las 24 horas en que empezó muy fuerte con tormenta.

El día 20 a las 9 horas fue a medir y se encontró el pluviómetro tirado por la fuerza de la tormenta. Lo puso en su sitio.

Desde las 9 a las 12 horas recogió 233 litros.

Desde las 12 a las 16 horas recogió 214 litros.

Desde las 16 a las 18 horas recogió 114 litros.

Desde las 18 a las 8 horas, día 21, recogió 8 litros.

■ Datos sobre un aljibe

Capacidad 110.000 litros. A las 10 horas del día 20 tuvo que romper las tuberías que unen la terraza con el aljibe porque éste rebosaba y comenzaba a inundar el piso de la casa (el aljibe se aloja bajo el piso).

La terraza de recogida de lluvia tiene 200 m.². Los canales de recogida de la terraza rebosaban.

Muy importante: Falta el dato de cuánta agua había en el aljibe antes de comenzar a llover.

El aljibe tenía como mucho 2.000 litros. Últimamente llevaron una cuba de agua de unos 1.000 litros. El observador vive en Jerufuel. La terraza tiene 169,22 m.² (según croquis adjunto).

$108.000 / 169,22 = 638 \text{ litros/m.}^2 \text{ hasta las 10 horas.}$

Lluvia total de 18 h. día 19 a 18 h. día 20:

$233 + 214 + 114 + 638 - 233/3 = 1.121 \text{ litros.}$

Datos tomados por C.A.J.

TESTIMONIO 2

TRANSCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN RECOGIDA POR LA COMISARIA DE AGUAS DEL JUCAR SOBRE LA LLUVIA EN BICORP

Barranco Salado, altitud 400 m. s/m.m. Vertiente R. Escalona a 8 km. de Bicorp.

Día 19 a 20 horas empieza a llover suave hasta las 22,30 h. en que empieza fuerte; a la 1 h. del día 20 se miden 200 litros/m.², a las 6,30 horas empieza fortísimo hasta las 8,30 en que estaba rebosando; se deja vacío y ya no se puede medir hasta el día 23 a las 8 horas en que estaba rebosando.

Se sabe que dejó de llover el día 20 a las 20 horas. (El encargado opina que debió de llover, además de lo medido unos 180 litros más.)

Nota de los autores: El pluviómetro para rebosar necesita más de 215 litros/m.².

TESTIMONIO 3

TRANSCRIPCIÓN DE PARTE DE LA DECLARACIÓN DE D. FRANCISCO GÓMEZ NOGUERA EN EL JUICIO, RELATIVA A LA CENTRAL JUAN DE URRUTIA (cinta 498, pág. 8)

■ **Letrado:** *¿Tuvo usted ocasión en el tiempo que estuvo durante el día o por la noche o al día siguiente de ver alguna señal como consecuencia de donde había llegado la altura que había tenido el agua?*

■ **Testigo:** *Cuando ya tuvimos visión el día siguiente, que ya se pudo ver el agua donde había llegado si se pudo comprobar que había llegado, sólo hay unas letras allí, en la central que fue de noche que es el anagrama de H. E. y el agua alcanzó hasta esas letras.*

TESTIMONIO 4

FRAGMENTO FINAL DEL INFORME DE D. JUAN MARTÍNEZ PUERTA, JEFE DEL SALTO DE LA CENTRAL JUAN DE URRUTIA

12,15 h.: El agua del río salta el muro de protección del río por la puerta de acceso al balcón-galería situada junto al edificio de la central.

14,00 h.: Faltan 20 cm. para que el nivel del agua llegue a los cristales de la puerta de la C.H.

14,30 h.: El nivel bajó del orden de 1,30 m. (apreciación visual aproximada), dando la impresión de que se mantiene.

17,30 h.: Observo que el nivel ha vuelto a subir de nuevo.

18,30 h.: Por hacerse de noche no se aprecian bien las variaciones de nivel, aunque este sigue subiendo sin interrupción. En ese momento, creemos conveniente abandonar la parte baja del poblado y así lo hacemos, refugiándose la gente en la Residencia y Casa Jefe Central.

Día 21-10-82

0,30 h.: A esta hora, parece ser que se alcanzó el nivel máximo al paso del agua.

1,00 h.: El caudal del agua empieza a bajar.

5,00 h.: El nivel del agua ha descendido entre 2 y 3 m. con respecto al valor máximo alcanzado.

7,00 h.: Después de amanecer, se observa que el nivel máximo alcanzado por las aguas es el señalado en el edificio de la Central, comprobándose además que en ese momento el nivel del agua no supera el muro de protección del río, estando a unos 20 cm. de su parte superior.

8,30 h.: El agua en el río cubre las chimeneas de aireación de salida máquinas.

El nivel del río fue bajando pero aun se mantuvo varios días.

Salto de Millares, 27 de noviembre de 1982.

*Fdo.: Juan Vicente Martínez Puerta
Ingeniero Técnico, Jefe del Salto de Millares.*

pondría para éste (que es escarpado y de escasa vegetación), unas rugosidades superiores a las que se tienen en el valle en el cual hay arbolado, cercas, huertas, casas y otros obstáculos.

b) Al reducir el caudal a 5.700 m³/seg. manteniendo los niveles en el cauce los efectos de parada y agitación en el frente de la central se atenúan considerablemente sin llegar a desaparecer como consecuencia las fotografías del día siguiente deberían mostrar en el frente exterior una marca solamente un metro aproximadamente más alta que la interior. Siendo evidente que la marca exterior está 2,81 m. por encima de la interior ha de concluirse que el caudal de 5.700 m³/seg. es muy inferior al real.

5. Datos del río Escalona

Con motivo de la nueva presa de TOUS y de los planes de defensa del Júcar, la oficina consultora INTECSA realizó para la Confederación Hidrográfica una serie de estudios que incluyen el cálculo del máximo caudal del Escalona en 1982. Se basan en las numerosas señales detectadas en ambas márgenes de un cañón situado aguas arriba de TOUS y próximo a él, pero no tanto como para verse afectado por su remanso. La aplicación del modelo HEC2 permitió estimar un caudal punta del orden de los 3000 m³/seg. La hora de presentación la sitúan los ribereños en torno a las 10 h. 30' del día 20.

Por otra parte, el testimonio en la Audiencia de Valencia de un pescador atrapado por la crecida en la Cueva de la Abuela (testimonio 7), situada en la cola del embalse, facilita información sobre la evolución de la lluvia y los caudales en las últimas horas del día 19 y primeras del 20.

En el apartado dedicado a los datos básicos de precipitación ya se comentaron los datos del pluviómetro de Casas de Barón, que son muy importantes para establecer los caudales en la tarde del día 20.

6. Compatibilidad con los datos de Embarcaderos

El régimen de caudales en el embalse de Embarcaderos guarda una estrecha relación con el de Juan de Urrutia, situado aguas abajo, pues entre ambas secciones del río Júcar sólo existe una pequeña cuenca intermedia. Por ello, deben ser comentados aquí los hidrogramas de diversos informes donde se propugnan en dicho embalse una punta de caudal de 4500 m³/seg. que es inferior en más de 2000 m³/seg. a la que estimamos real.

Dichas versiones tienen su origen en aquella de HIDROLA, presentada en la Pieza de Informe 4 del Sumario del Juicio de TOUS (fig. 7 y testimonio 5).

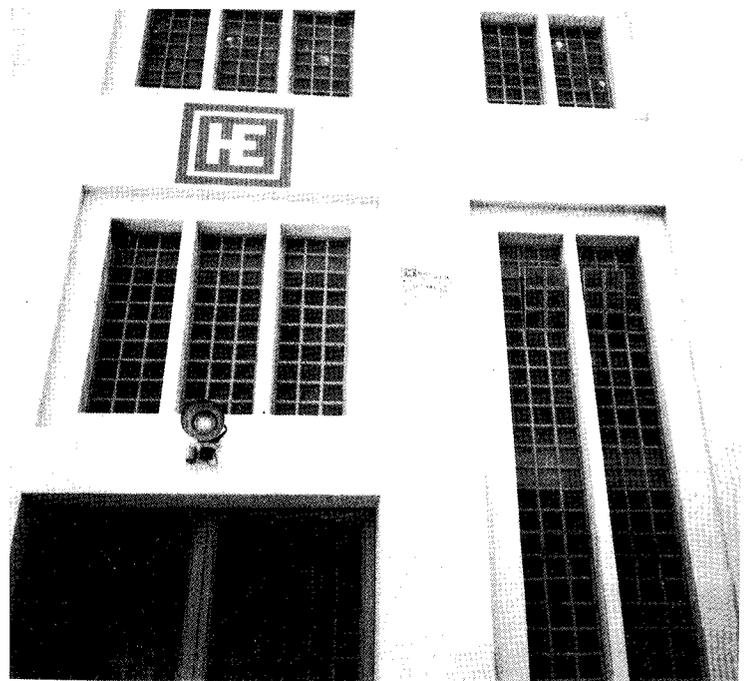
El análisis del problema sugiere los siguientes comentarios.

a) Hidroeléctrica Española advierte en su Pieza de Informe 4 que sólo son fiables sus datos de caudal en Embarcaderos, y éstos únicamente hasta las 19 h. Al parecer entre las 18 h. y las 18,30 h. abandonó el lugar de control todo el personal.

b) Es imposible que en Embarcaderos se pro-



Fotografía n.º 1.



Fotografías 2 y 3.

Figura 6. Curvas características teóricas en Juan de Urrutia.

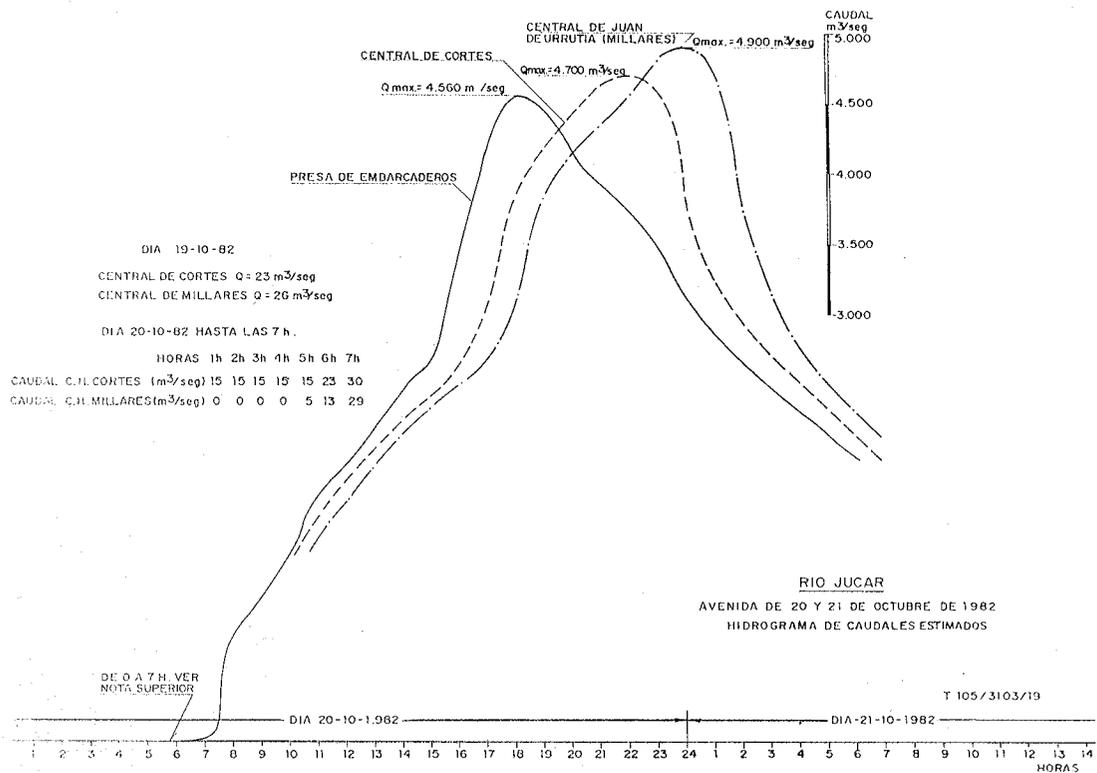
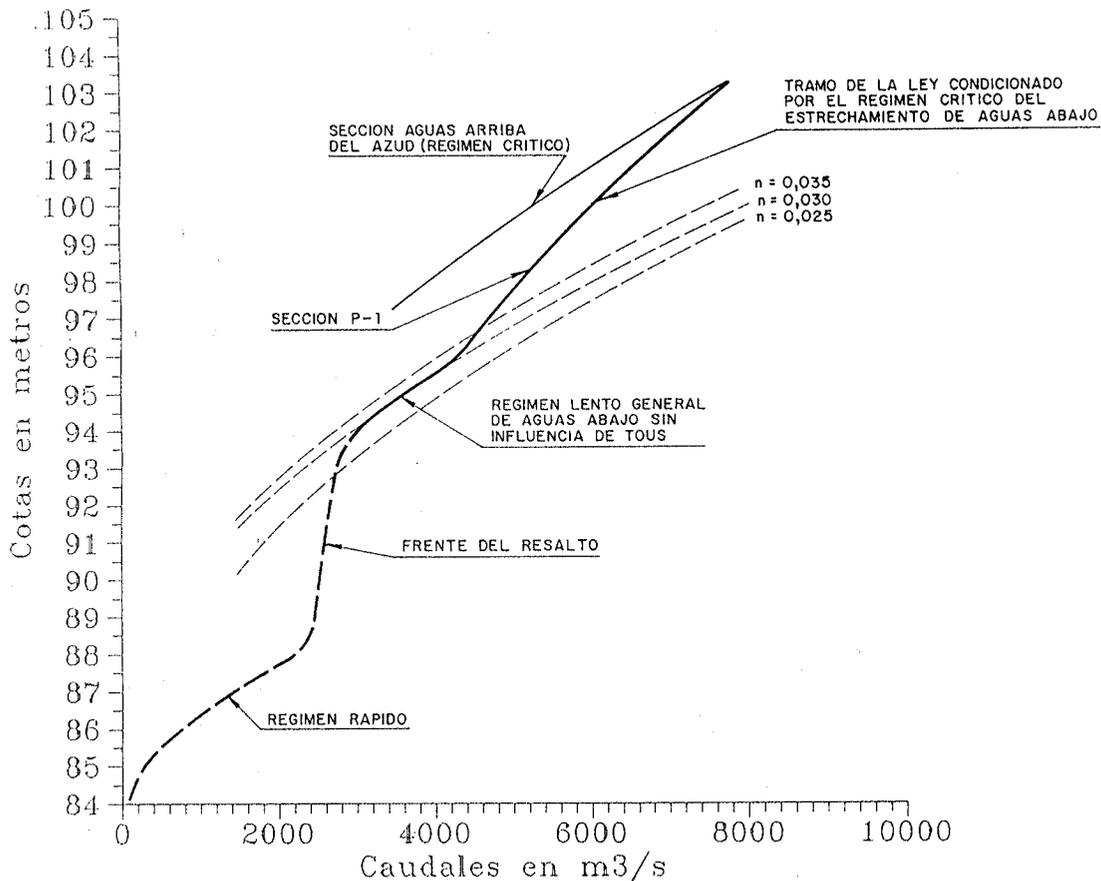


Figura 7. Hidrogramas estimados por Hidrola.

dujera la punta de caudal poco después de las 18,30 h., según se estimó en el hidrograma de HIDROLA, ya que ésta fue detectada entre las 22 y 22 h. 30' en la Central de Cortes y hacia las 24 h. en Juan de Urrutia. Ello supondría un desfase de 5 h. 30' entre Embarcaderos y Urrutia lo que solo es posible con caudales pequeños y no en crecidas donde se superan los 4000 m³/seg., pues en este último caso el tiempo es del orden de las 2 a 3 horas según mostraron en el Juicio todos los peritos que estudiaron este proceso de propagación (CEDEX Y DELFT). También lo confirman los técnicos de HIDROLA (ver figura 8 y testimonio 6).

c) Esa hora atribuida al máximo en Embarcaderos, prácticamente coincidente con aquella en que los empleados de HIDROLA abandonaron el lugar y cesaron las observaciones, es también incompatible con lo observado en los cauces de aguas arriba que drenan hacia Embarcaderos, pues en todos ellos la punta se presentó con posterioridad. En el embalse del Molinar a las 24 h. según la propia HIDROLA, en el Cabriel a las 23 h. según D. Emilio Llorca, propietario de los edificios inundados en Casas del Río, que pasó la noche en ellos. En el Pueblo de Ayora, situado a orillas del Reconque, el máximo se presentó hacia las 19 horas, según se refleja en el libro "El día más triste de la historia de Ayora. La Riada", de D. José Martínez Sevilla.

d) Según lo comentado anteriormente, todos los afluentes a Embarcaderos siguieron aumentando sus caudales durante un largo tiempo a partir de las 18,30 h. y, por tanto, el máximo caudal en ese punto se tuvo que producir posteriormente (aproximadamente entre las 21 h. y las 22,30 h.), y superar sensiblemente la cifra de 4.500 m³/seg. ya que ésta prácticamente coincide con la correspondiente a las 18 horas momento en el que el personal de HIDROLA hizo, al parecer, la última observación.

e) Los caudales no controlados en las horas de la punta (desde las 18, h. del día 20 hasta las 8 h. del día 21), e infravalorados en esos hidrogramas, conducen a unos volúmenes de avenida inverosímiles por su escasa cuantía, ya que aún despreciando las lluvias de la cuenca aportante aguas arriba del Ledaña y aquellas de las subcuenca endorreica del Reconque, resultarían unos coeficientes de escorrentía inferiores a 0,25 impropios de un aguacero de tal magnitud.

f) El caudal de 4.500 m³/seg. es incompatible con los datos de Urrutia antes analizado.

Los cálculos del caudal punta en base a los vertidos sobre la presa de embarcaderos ofrecen serias dificultades por las contradicciones y dudas en las magnitudes de las variables fundamentales y en su representatividad.

Ni la señal de máximo nivel citada en algunos informes (cota 333,600) ni la apertura de compuertas (versiones contradictorias) han podido comprobarse ni figuran en ningún documento oficial.

En todo caso las cotas de agua en lugares próximos al aliviadero deberían corregirse en los cálculos con el término cinético cuya importancia se ve incrementada en este caso por la llamada de dicho aliviadero y por el efecto de los fuertes aterramientos detectados en las operaciones batimétricas.

TESTIMONIO 7

FRAGMENTOS DE LA DECLARACION DEL PESCADOR ATRAPADO EN LA CUEVA DE LA ABUELA (cintas 411, pág. 6 y 9; cinta 412, pág. 4)

- **Testigo:** *El día 19 nos acostamos a dormir y así a la media noche, empezó la tormenta.*
- **Testigo:** *Cuando estaba lloviendo, mi compañero bajó y subió el depósito de la gasolina para que no le entrara agua y la barca todavía estaba, y cuando se hizo de día bajé yo a ver la barca y la barca ya no estaba, entonces, ya estábamos atrapados allí, ya no podíamos salir.*
- **Letrado:** *¿Observó usted que algún día lloviese?*
- **Testigo:** *Empezó el día 19 por la tarde, pero poco: Mi compañero salía y pescaba todavía y yo dentro de la cueva encendí el fuego y yo no pescaba. A mi compañero se le veía que estaba un poco... y yo le dije: «No salgas que te mojarás y... y vas a coger un resfriado, porque cuando menos te des cuenta estarás calado de agua», eso es lo que pasó.*
- **Letrado:** *¿Recuerda usted si esa noche del 19 al 20 llovió mucho?*
- **Testigo:** *El 19 por la tarde llovía poco, empezó...*
- **Letrado:** *Y... y posteriormente ¿llovió más?*
- **Testigo:** *Empezó a... así a media noche, así a las... 3 de la madrugada del día 20.*
- **Letrado:** *¿Pero llovió mucho?*
- **Testigo:** *Mucho, mucho.*
- **Letrado:** *¿Ustedes cuándo notaron que comenzaba a salir aquella parte donde estaba situada la cueva? ¿Cuándo comenzó a subir el nivel del agua?*
- **Testigo:** *El nivel del agua cuando se hizo de día yo me asomé y la barca ya se la habían llevado, ya venía mucha corriente, ya iba subiendo a más, a más, a más.*
- **Letrado:** *Pero ustedes salieron para evitar que llevaran la bar... no, para evitar que entrara agua en el motor.*
- **Testigo:** *Primer bajó mi compañero de noche aún, y subió el mo... el... el depósito de la gasolina, para que no le entrara agua. Lo subió a la cueva.*
- **Letrado:** *¿Cuando subió su compañero el motor, ya había subido el agua?*
- **Testigo:** *Pues eso... seguramente que no, yo no lo sé, pero seguramente que no, si la barca estaba allí todavía es porque no habría subido aún.*
- **Letrado:** *Entonces, ¿cuándo vieron ustedes que realmente subió el nivel del agua y corría peligro su estancia allí en la cueva?*
- **Testigo:** *Cuando se hizo de día, que bajé yo a ver la barca y la barca ya no estaba.*
- **Letrado:** *¿Y cuándo, cuándo entienden ustedes que se hizo de día, a las 7 de la mañana?*
- **Abogado del Estado:** *Con la Venia de la Sala, ¿puede usted precisar al Tribunal exactamente, porque no he... no he podido apreciar bien la contestación, a qué hora empezó a llover torrencialmente esa noche, del 19 al 20?*
- **Testigo:** *Del 19 al 20 torrencial... el agua fue... sobre las tres, exactamente no lo sé, pero sería sobre las tres de la noche o por ahí.*

Por el contrario se ha podido comprobar, y puede aún comprobarse, la señal inequívoca del agua en el interior de una caseta situada inmediatamente aguas arriba del puente de acceso a la central nuclear de Cofrentes, ya en la cola del embalse de Embarcaderos. Esa señal está a la cota 337,70 y es incompatible con caudales inferiores a los 6.500 m³/seg., máxime teniendo en cuenta la moderada rugosidad de un cauce limpio de maleza y vegetación por el efecto de la propia crecida. El caudal punta más razonable está en el entorno de los 7.000 m³/seg.

Esa cifra de caudal es también la compatible y adecuada para la señal existente aguas abajo de la presa a la cota 325,40 que figura en un plano de HIDROLA (fig. 9), lo cual no sucede con caudales inferiores a 6.700 m³/seg.

TESTIMONIO 5

TRANSCRIPCIÓN DE LA PIEZA DE INFORME 4 DEL SUMARIO DEL JUICIO RELATIVA A LOS HIDROGRAMAS CONFECCIONADOS POR HIDROLA

Ilmo. Sr.:

En relación con el requerimiento de V.I., de fecha 16 de enero, del actual, recibido el día 20 siguiente, relativo al Sumario n.º 56/82 que se sigue en ese Juzgado de Instrucción sobre daños producidos por las avenidas acaecidas los días 20 y 21 de octubre de 1982, en la Cuenca del río Júcar y en relación con el Pantano de Tous, tenemos el honor de remitir a V.I. los siguientes datos correspondientes a los respectivos apartados de su citado escrito:

a) El único punto de los solicitados en que se tienen datos suficientes para reconstruir un hidrograma fiable es la Presa de Embarcaderos, que es el que se ha dibujado bajo el epígrafe del mismo nombre en el gráfico T105/3103/19 adjunto, aún así, el ramal descendente del hidrograma (a partir de las 19 h. del día 20-10-82) es aproximado, ya que al ser de noche se dispone sólo de datos incompletos.

En las Centrales de Corte y Juan de Urrutia (Millares) no pueden darse hidrogramas de la deseable fiabilidad, debido a que no constituyen por sí mismos puntos adecuados de aforo (sus niveles no dependen solamente del caudal, sino que están influidos también por los de las presas de Millares y Tous respectivamente) y debido asimismo a que, al ser de noche cuanto tuvo lugar la mayor parte de la avenida, estar las centrales inundadas y evacuadas, y el personal disponible entregado a otras misiones más apremiantes que las de la observación, se dispone sólo de datos muy incompletos.

No obstante, apoyándose en lo posible en dichos datos y en la referencia que proporciona el hidrograma de la Presa de Embarcaderos, se han dibujado unos hidrogramas estimados en dichas Centrales de Cortes y Juan de Urrutia (Millares), que son los que figuran en el gráfico adjunto.

Tanto el día 19-10-82 como hasta las 7 horas del día 20-10-82, la situación era de turbinación normal en las dos centrales, sin vertido en las presas. En la nota del gráfico se dan los caudales correspondientes a este período.

b) Según los datos que obran en Hidroeléctrica Española, los máximos caudales que han discurrido por el río Júcar en el emplazamiento de la Central de Millares desde enero de 1933, fecha de puesta en servicio de la mencionada Central, hasta la avenida de 20 de octubre de 1982 son los siguientes:

Máximos caudales medios diarios (de mayor a menor)

- 26-enero-1941: 805 m.³/seg.
- 19-septiembre-1936: 534 m.³/seg.
- 6-mayo-1947: 515 m.³/seg.
- 20-noviembre-1937: 282 m.³/seg.
- 29-diciembre-1935: 235 m.³/seg.

Nota de los autores: De esta pieza de informe forma parte también la figura 7 del presente artículo.

TESTIMONIO 6

DECLARACION EN EL JUICIO DE TOUS, DEL JEFE DE LA CENTRAL DE CORTES (cinta 477, pág. 7)

■ **Letrado:** Aproximadamente podría decir, podría manifestar usted, ¿cuánto tiempo podría calcularse entre la llegada del agua desde la central superior, desde Cortes hasta la central de la que usted era jefe?

■ **Testigo:** Eso depende del caudal claro, depende del caudal y del estado del río. Si el lecho del río está seco y el caudal es poco, puede tardar 10 h., yo calculo que... calculo, ya digo, son suposiciones, que en esta situación del río que no estaba el lecho seco y soltando bastante agua, yo calculo que pudiese tardar unas 2 h., es lo que yo calculo.

7. Métodos y resultados del CEDEX

De acuerdo con los datos mencionados, el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX elaboró en octubre de 1987, para la Dirección General de Obras Hidráulicas, su informe titulado "Revisión del estudio hidrológico de la crecida ocurrida en los días 20 y 21 de octubre de 1982 en la cuenca del Júcar". En este apartado se recogen sucintamente los métodos y resultados de dicho informe que no hayan sido comentados antes.

En el cálculo hidráulico utilizando modelos matemáticos se han empleado según las condiciones de cada caso, los métodos que a continuación se relacionan en orden de creciente complejidad:

a) El modelo HEC-2 del U.S. Army Corps en situaciones donde el régimen se puede considerar estacionario (remanso con los máximos niveles en el embalse de Embarcaderos).

b) Modelos unidimensionales partiendo de las ecuaciones de Saint-Venant simplificadas sin los términos de inercia en el estudio de la propagación de la onda de crecida a lo largo de cauces bien definidos (tramo Embarcaderos-Urrutia).

c) Modelos bidimensionales en la plana inundada de la Ribera.

Se empleó un modelo físico para la determinación de la ley de desagüe del embalse de TOUS en la situación histórica de 1982 con compuertas cerradas, así como de la punta del hidrograma de salida provocada por el desmoronamiento de la presa cifrada en 15.000 m³/seg. Se construyó otro para establecer la relación entre altura de agua y caudales en diversos puntos del entorno de la Central de Juan de Urrutia.

Los cálculos hidrometeorológicos desempeñan un papel principal en la estimación de la segunda onda del hidrograma del Escalona que tuvo lugar en la tarde del día 20, y sólo tienen un carácter complementario o comprobatorio en alguna de las subcuencas aportantes a Juan de Urrutia. Se empleó el método del hidrograma unitario y las leyes de escorrentía del U.S. Soil Conservation Service, cuyo parámetro se calibró teniendo en cuenta el valor de la humedad inicial en el suelo que era muy bajo por estar el aguacero precedido de una época de prolongada sequía. Así por ejemplo en el Escalona se eligió un valor del umbral de escorrentía de $P_0 = 40$ mm. que corresponde a un número de curva 56.

En la fig 10 se presenta el hidrograma resultante en TOUS.

El máximo caudal es de 9.900 m³/seg. y se presentó hacia las 22 h., es decir, unas 3 horas después del desmoronamiento de la presa. El grado de excepcionalidad de ese caudal se analiza en el apartado siguiente.

El volumen es del orden de Hm³, cifra nada exagerada si se contrasta con los 2000 Hm³ de agua precipitada en la cuenca.

8. Ley de frecuencia de máximos caudales en TOUS

Se ha estimado la ley de frecuencia de máximos caudales en TOUS (fig 11) a la luz de los datos y

los métodos de cálculo hoy disponibles y más concretamente en base a las consideraciones siguientes:

a) Las referencias históricas de avenidas recogidas en numerosas publicaciones, entre las que se encuentran los anteriores informes del Centro de Estudios Hidrográficos de los años 1983 y 1984, permiten afirmar que la mayor avenida registrada desde 1517 en Sumacárcel (cuya cuenca coincide sensiblemente con la de TOUS) fue la de 1982, seguida de la de 1864, cuyo máximo nivel está materializado en una placa colocada en el Ayuntamiento.

Existen otras referencias que permitirían extender el período hasta 1328 sin alterar la primacía de esas dos avenidas, pero ante la menor robustez de esas informaciones se ha preferido por prudencia hacer los cálculos sólo con datos desde 1517.

b) En el año 1982 hay registros de calados a determinadas horas en Sumacárcel, tal como figura en el informe del Comité Nacional de Grandes Presas de Septiembre de 1983, relativo al estudio de esa avenida. Por otra parte los caudales se conocen por el control hidráulico que suponen los niveles y las leyes de desagüe de TOUS.

Estos datos, también complementados con cálculos en modelo matemático basado en las ecuaciones de Saint-Venant, han permitido establecer la curva de caudal-calado en Sumacárcel. Conforme a ella al calado de 13,16 m. de 1864 le corresponde un caudal de 5.500 m³/seg.

c) Dentro de las avenidas de este siglo, la de 1923, cifrada en varios informes y en los anuarios de Aforos del MOPU en 2030 m³/seg., ocupa el tercer lugar al haber sido superada muy ampliamente por la de 1982 y en pequeña medida por la de 1987, cuyo valor en régimen natural no se conoce con exactitud al haberse producido importantes efectos de laminación en las presas de Hidroeléctrica Española.

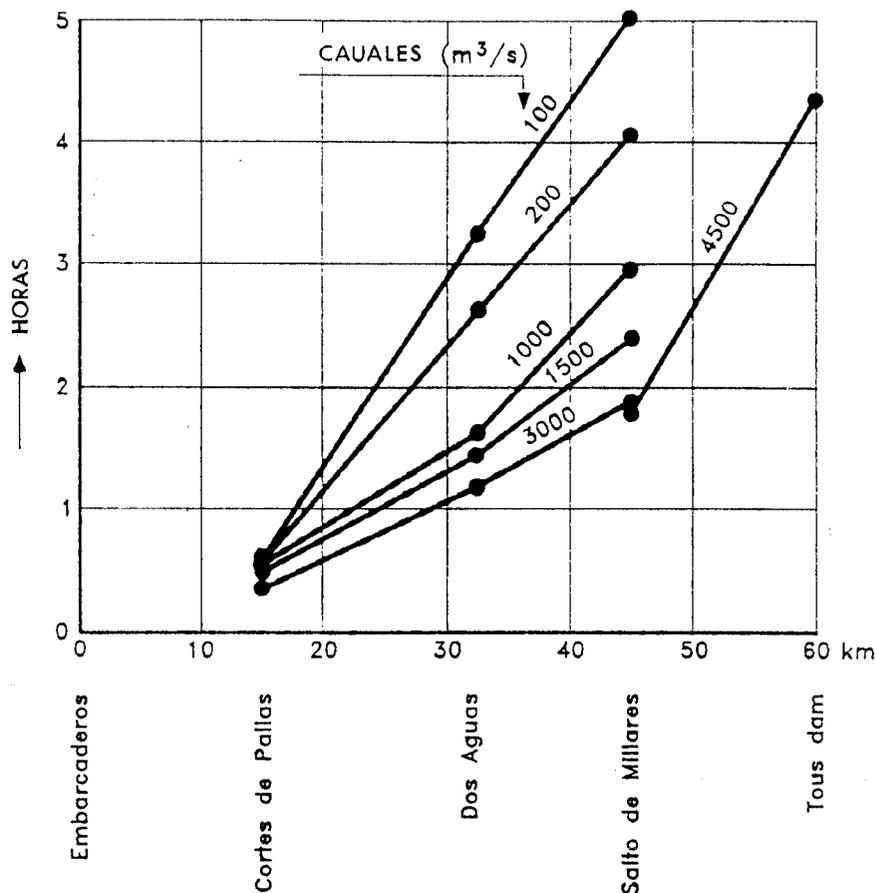
d) Se han atribuido períodos de recurrencia T muestrales a las tres avenidas citadas, según la fórmula de Gringorten, aplicable a leyes de valores extremos y que viene recomendada por Beran y Rodier en la publicación n° 39 de las Series and Reports in Hydrology de la Unesco W.M.O.

$$T = \frac{N+0,12}{n-0,44}$$

N = Número total de años del período.
n = Número de orden de la avenida.

e) Los caudales de pequeños períodos de recurrencia se han determinado en base a los registros sistemáticos de la estación de aforos n° 42 —Masía de Mompó— situada en las proximidades de Sumacárcel y que figuran en los Anuarios de Aforos del MOPU.

De acuerdo con la ley establecida, la avenida de 500 años es de 7.000 m³/seg. y la de 1982 la su-



pera notablemente con una punta de 9.900 m³/seg. correspondiéndole un período de recurrencia del orden de los 1000 años.

Figura 8. Tiempos de traslado del hidrograma entre Embarcaderos y Tous, según Waterloo-kundig Laboratorium (DELFT).

9. Resumen

Este artículo perteneciente a la serie dedicada a la Presa de TOUS tiene como principal objetivo dar publicidad a unos cuantos datos que se consideran esenciales para el estudio de la crecida de octubre de 1982, a fin de que otros técnicos puedan contrastarlos, elaborar en base a ellos sus propios cálculos y juzgar la verosimilitud de los hidrogramas propuestos por los diferentes autores.

Con carácter complementario se presentan en los últimos apartados los resultados finalmente propuestos por el CEDEX en relación con estos temas.

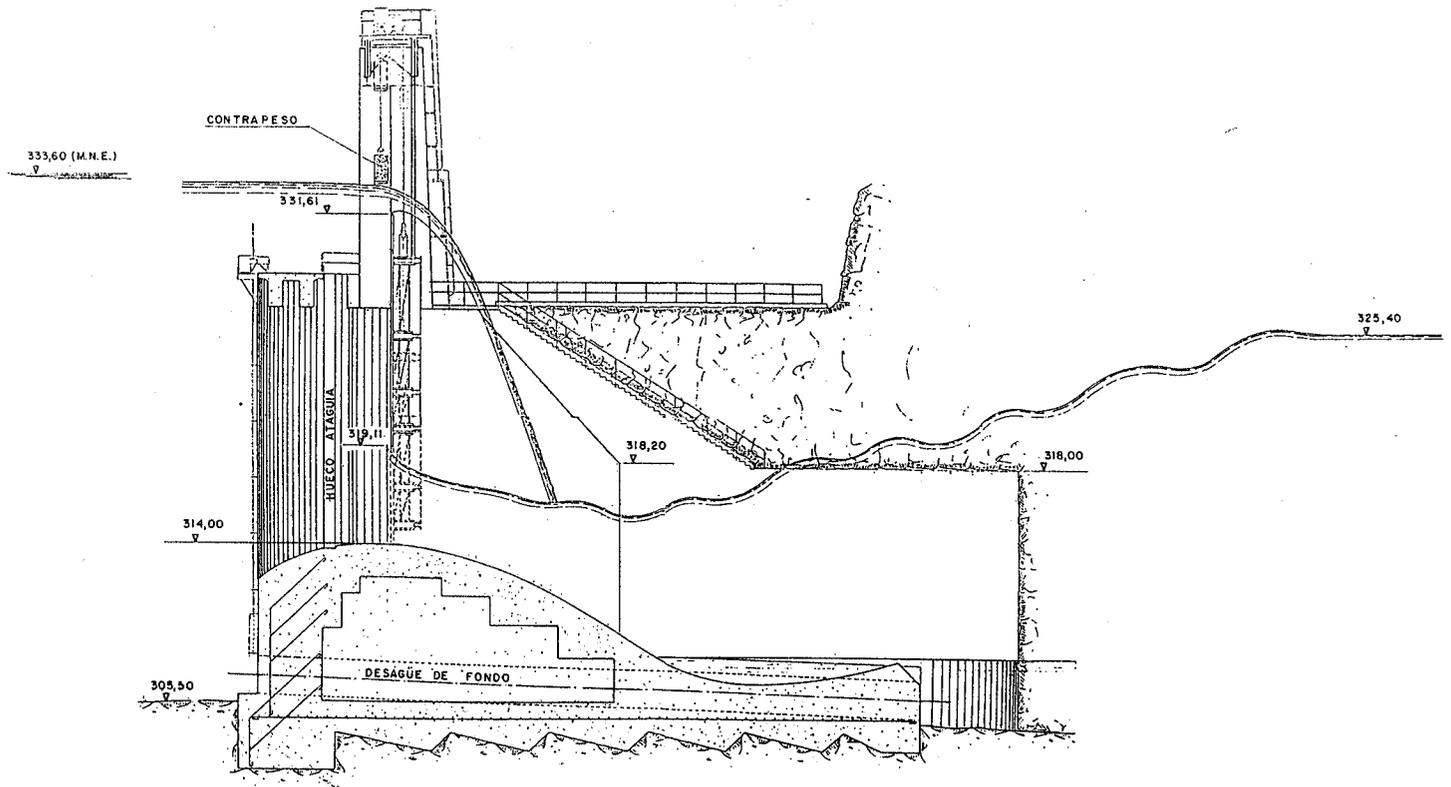


Figura 9. Plano de Hidrola en el que se refleja el nivel de avenida aguas abajo de Embarcaderos.

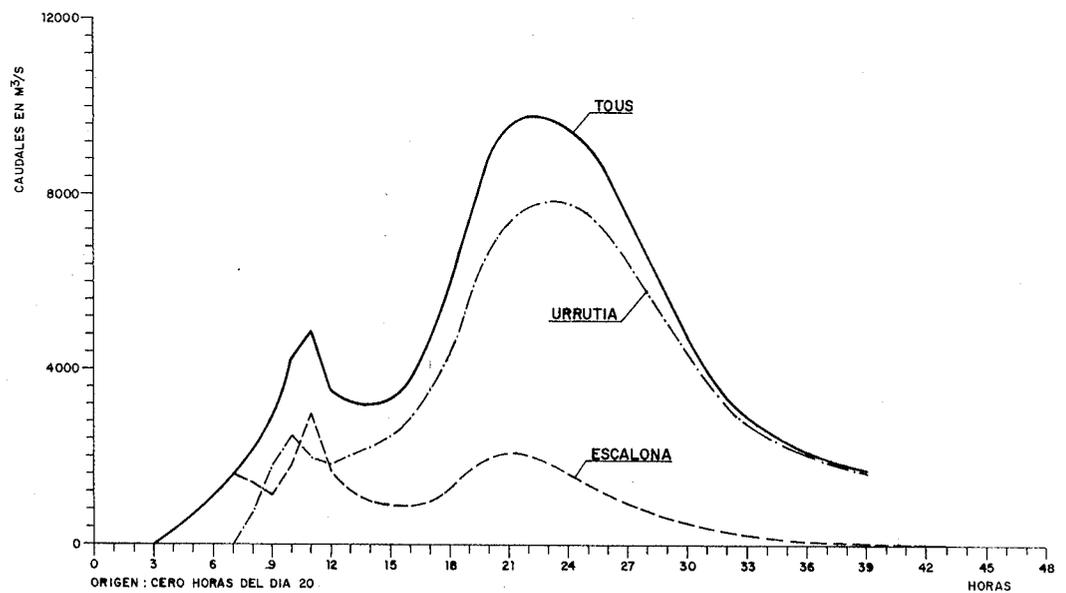


Figura 10. Hidrogramas del CEDEX.

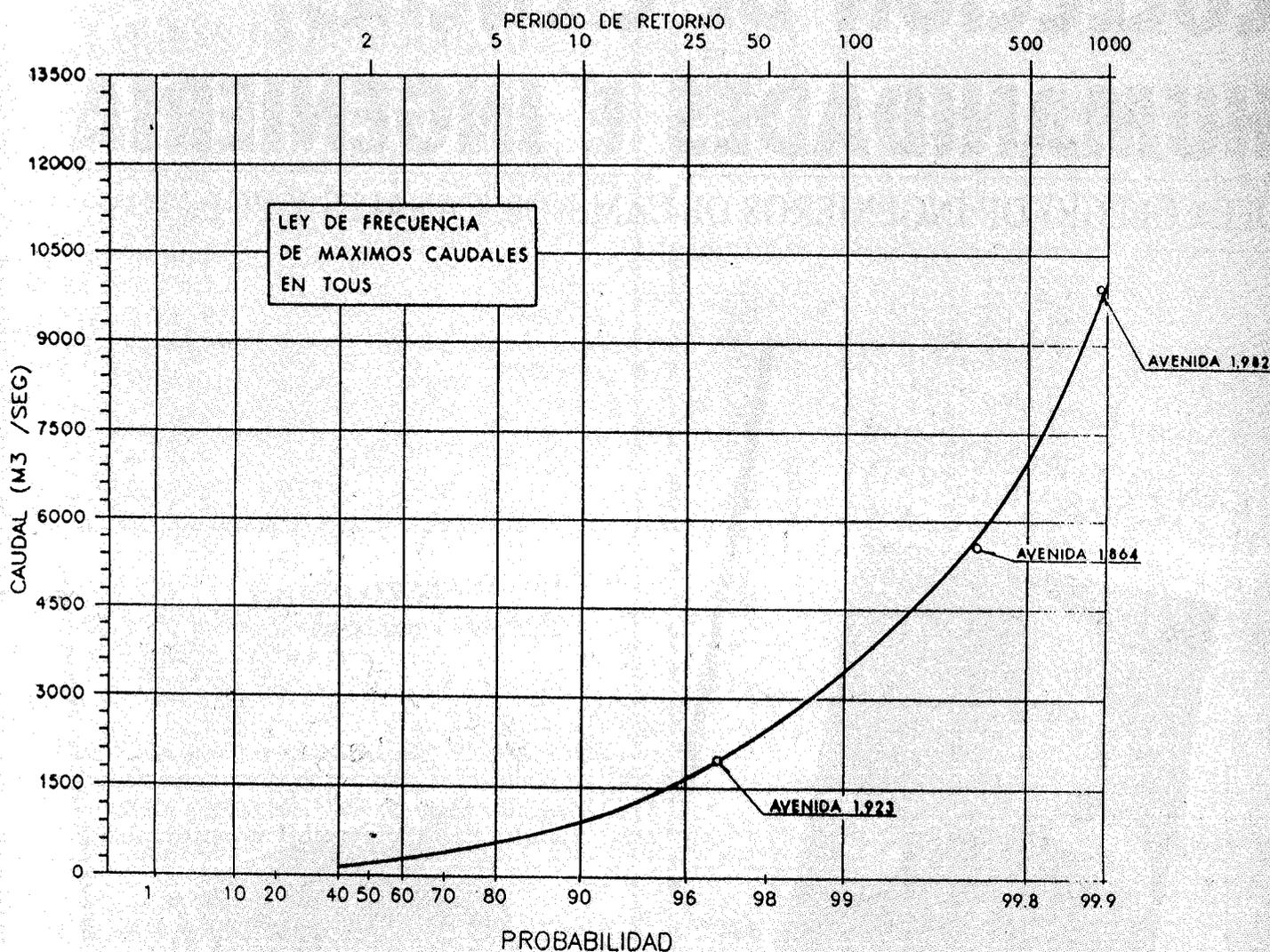


Figura 11. Ley de frecuencia de máximos caudales en Tous.

Bibliografía

Centro de Estudios Hidrográficos.

- Avances del estudio hidrológico de la crecida ocurrida en los días 20 y 21 de octubre de 1982 en la cuenca del Júcar 1983.
- Estudio hidrológico de la crecida ocurrida en los días 20 y 21 de octubre de 1982 en la cuenca del Júcar (Informe n° 2) 1984.
- Estudio hidrológico e hidráulico de la crecida de noviembre 1987 en la Ribera del Júcar 1988.
- Revisión del estudio hidrológico de la crecida ocurrida en los días 20 y 21 de octubre de 1982 en la cuenca del Júcar - 1989.
- Revisión del estudio en modelo matemático de las inundaciones de octubre de 1982 en la plana del Júcar 1989.

Delft Hydraulics.

- "Análisis del estudio de la rotura de la Presa de TOUS, e inundaciones de la llanura del Júcar del día 20 de octubre 1982" Enero de 1989; II parte octubre 1989 y III parte diciembre 1989.

Sir Mc. Donald and Partnevs.

- "Presa de Tous. Evaluación hidrológica de la avenida de octubre de 1982 en relación con el proyecto del aliviadero" - febrero 1989.

- "Presa de Tous. Factores del proyecto, operación y mantenimiento del aliviadero que condujeron al fallo de la presa" - febrero 1989.
- "Caudal de entrada del embalse de Tous durante la crecida de octubre de 1982" - octubre 1989.
- "Presa de Tous. Comunicado sobre las marcas de la avenida en salto de Millares y otros asuntos" diciembre 1989.

Comité Nacional Español de Grandes Presas.

- "Informe segundo sobre las inundaciones del río Júcar y la destrucción de la Presa de Tous en octubre de 1982" septiembre 1983.

Miguel Arenillas y otros.

- "Catástrofes Naturales" - Universidad Politécnica de Valencia 1985.

Sumario del Juicio de TOUS

- Pieza de informe 4 (Hidroeléctrica Española)
- Informe sobre la inundación de la C.H. Juan de Urrutia, durante los días 20 y 21 de octubre de 1982 (Ingeniero Técnico Jefe del Salto de Millares).
- "Apuntes de una recopilación de referencias históricas de las inundaciones producidas por el río Júcar" - 1983. Rafael Couchoud.

José Martínez Sevilla.

- "El día más triste de la historia de Ayora" - Hijo de Antonio Molina Mendizábal Almansa 1982.

La avenida de 500 años es de 7.000 m.³/seg. y la de 1982 la supera notablemente con una punta de 9.900 m.³/seg. correspondiéndole un periodo de recurrencia del orden de los 1000 años.