

regiones inmensas que ayer estaban en estado salvaje y que hoy se están transformando social y económicamente, gracias á los elementos civilizadores que han llevado otros pueblos; la chimenea de la fábrica, el ferrocarril y el buque han penetrado en el Sudán, Uganda, Tanganika y Congo, donde la intensidad de la vida industrial, agrícola y minera van aumentando en progresión creciente.

No es la costa, que corre desde el Muluya á Tánger, del continente africano lo que sólo interesa á España, es el continente todo, el que se extiende desde Ceuta al Cabo y desde Monrovia al Guardafui, con sus grandes ríos, sus inmensos bosques, sus extensas praderas, su numeroso ganado y sus variadísimas minas, cuya explotación ya empezada lo está convirtiendo en centro de vida y civilización para constituir un polo de actividad económica frente al polo de la misma índole de Europa; pues bien, unamos las vías férreas de esos dos polos, pongámoslas en contacto al través del Estrecho de Gibraltar y sentiremos las sacudidas de la corriente de ese trabajo, que nos despertará y sacará del letargo en que una circunstancia geográfica nos ha obligado á permanecer tantos años.

Madrid, que aspira á ponerse al nivel de las demás capitales de Europa, no debe olvidar que París, Bruselas, Berlín deben gran parte de su esplendor á ser poblaciones de tránsito de mercancías y viajeros, y que el día que llegue á la estación del Norte el tren con pasajeros de Alemania, Francia, Bélgica, Inglaterra para salir luego por la del Mediodía para el Sudán, Congo, Colonia del Cabo, Natal, Lago Victoria, Tanganika, ese día tendrá Madrid forzosamente grandes hoteles, grandes vías y multiplicará y mejorará las condiciones de su vida, porque dejará de estar separado de Europa y entrará á formar parte de la red general de comunicaciones de dos mundos unidos por los lazos de la civilización y del progreso.

SERVICIO CENTRAL HIDRÁULICO (1)

PROCEDIMIENTOS DE AFORO

Vertederos en pared gruesa.

Láminas libres.

Hasta aquí sólo se han considerado vertederos en pared delgada, generalmente constituidos por láminas de palastro de espesor despreciable; en la práctica se encuentran más á menudo vertederos en pared gruesa, cuyo perfil presenta disposiciones muy diversas. Antes de pasar revista á aquellos cuyos paramentos están dispuestos con taludes más ó menos inclinados, conviene estudiar un género de vertedero, muy usado en la práctica á causa de la facilidad con que se puede establecer, que es el vertedero de viguetas, constituido por piezas de madera de la misma escuadría que se superponen hasta obtener la altura que se desee. Este vertedero tiene sus dos paramentos planos y verticales; pero su umbral, en vez de reducirse á una simple arista, presenta una superficie horizontal, cuyo ancho es igual á la escuadría de las viguetas. Esta circunstancia modifica completamente las condiciones del derrame, y si bien esta clase de vertederos son fáciles de instalar, pueden, desgraciadamente, dar lugar á errores de aforo considerables.

(1) Véase el número anterior.

Las láminas libres se presentan bajo dos formas distintas: ó se aplican exactamente sobre el umbral, ó se separan á partir de la arista de aguas-arriba, y franquean el umbral sin tocar la arista de aguas-abajo. En este segundo caso, la influencia del espesor del umbral desaparece evidentemente, y el derrame tiene lugar como en un vertedero en pared delgada; este caso se presenta espontáneamente, cuando la carga excede del doble del espesor c del umbral; pero puede presentarse antes, desde que h exceda de $\frac{3}{2}c$. Entre estos dos límites, la lámina se encuentra en un estado inestable; la separación de la misma tiende á producirse y se determina bajo la influencia de una perturbación exterior cualquiera, tal como una entrada de aire, el paso de un cuerpo flotante, etc.

Quando la lámina permanece necesariamente adherida al umbral, es decir, en tanto que h es inferior á $\frac{3}{2}c$, el coeficiente $\frac{m}{m'}$ depende principalmente de la relación $\frac{h}{c}$ y puede representarse por la fórmula (1):

$$\frac{m}{m'} = 0,70 + 0,185 \frac{h}{c}.$$

Varía, por tanto, muy rápidamente, puesto que se tiene:

Para $\frac{h}{c} = 0,50$	$\frac{m}{m'} = 0,79$
» $= 1,00$	» $= 0,88$
» $= 1,50$	» $= 0,98$
» $= 2,00$	» $= 1,07$

Por encima de $\frac{h}{c} = 2,00$ » $= 1,00$ uniformemente.

Se ve que entre $h = \frac{3}{2}c$ y $h = 2c$, $\frac{m}{m'}$ puede variar entre 0,98 y 1,07, ó sea precisamente un décimo, ó bien quedar constantemente igual á la unidad, según que la lámina líquida permanezca ó no adherida al umbral.

Partiendo de la fórmula antes citada que determina la relación del coeficiente m al de la lámina libre en pared delgada, Mr. Bazin calculó el siguiente cuadro para cuatro espesores del umbral:

Cargas <i>h</i> .	Relación	Relación	Valor del coeficiente absoluto <i>m</i> para las siguientes alturas en vertederos de viguetas							
	$\frac{h}{c}$	$\frac{m}{m'}$	0 <i>m</i> ,30	0 <i>m</i> ,40	0 <i>m</i> ,50	0 <i>m</i> ,60	0 <i>m</i> ,80	1 <i>m</i> ,00	1 <i>m</i> ,50	2 <i>m</i> ,00

ANCHO DEL UMBRAL: *c* = 0*m*,10.

<i>Metros.</i>											
0,05	0,500	0,793	0,359	0,358	0,357	0,356	0,355	0,355	0,355	0,355	0,355
0,06	0,600	0,811	0,365	0,363	0,361	0,361	0,360	0,359	0,359	0,359	0,359
0,07	0,700	0,830	0,372	0,369	0,368	0,367	0,366	0,365	0,365	0,365	0,365
0,08	0,800	0,848	0,379	0,376	0,374	0,373	0,371	0,371	0,371	0,371	0,371
0,09	0,900	0,867	0,388	0,383	0,382	0,380	0,378	0,378	0,377	0,377	0,377
0,10	1,000	0,885	0,396	0,391	0,389	0,387	0,385	0,384	0,383	0,383	0,383
0,12	1,200	0,922	0,413	0,408	0,404	0,402	0,399	0,398	0,397	0,397	0,397
0,14	1,400	0,959	0,432	0,425	0,420	0,417	0,414	0,412	0,411	0,411	0,411
0,16	1,600	0,996	0,451	0,442	0,436	0,433	0,429	0,427	0,425	0,425	0,425
0,18	1,800	1,033	0,471	0,469	0,454	0,449	0,445	0,442	0,440	0,440	0,440
0,20	2,000	1,070	0,491	0,478	0,471	0,467	0,461	0,458	0,455	0,455	0,455

(1) *Annales des Ponts et Chaussées*, 1898, 2.º semestre; serie de experimentos números 86 á 90, pág. 648.

Cargas h.	Relación $\frac{h}{c}$	Relación $\frac{m}{m'}$	Valor del coeficiente absoluto m para las siguientes alturas en vertederos de viguetas.							
			0m,30	0m,40	0m,50	0m,60	0m,80	1m,00	1m,50	2m,00
ANCHO DEL UMBRAL: $c = 0m,15$.										
0,05	0,333	0,762	0,345	0,344	0,343	0,342	0,342	0,342	0,341	0,341
0,06	0,400	0,774	0,348	0,346	0,344	0,344	0,344	0,343	0,343	0,343
0,07	0,467	0,786	0,352	0,350	0,348	0,347	0,347	0,346	0,346	0,345
0,08	0,533	0,799	0,357	0,354	0,352	0,352	0,350	0,350	0,349	0,349
0,09	0,600	0,811	0,363	0,359	0,357	0,355	0,354	0,354	0,353	0,352
0,10	0,667	0,823	0,368	0,364	0,361	0,360	0,358	0,357	0,356	0,356
0,12	0,800	0,848	0,380	0,375	0,371	0,370	0,367	0,366	0,365	0,365
0,14	0,933	0,873	0,393	0,387	0,382	0,380	0,377	0,375	0,374	0,374
0,16	1,067	0,897	0,406	0,398	0,393	0,390	0,387	0,385	0,383	0,382
0,18	1,200	0,922	0,420	0,410	0,405	0,401	0,397	0,395	0,393	0,392
0,20	1,333	0,947	0,435	0,423	0,417	0,413	0,408	0,405	0,403	0,401
0,22	1,467	0,971	0,449	0,436	0,429	0,424	0,419	0,416	0,412	0,411
0,24	1,600	0,996	0,463	0,450	0,442	0,436	0,430	0,426	0,422	0,420
0,26	1,733	1,021	0,468	0,465	0,455	0,449	0,441	0,438	0,434	0,431
0,28	1,867	1,045	0,493	0,478	0,468	0,461	0,453	0,448	0,443	0,441
0,30	2,000	1,070	0,508	0,492	0,482	0,474	0,464	0,460	0,454	0,451

ANCHO DEL UMBRAL: $c = 0m,20$.

Alturas. Metros.	Relación $\frac{h}{c}$	Relación $\frac{m}{m'}$	0,30	0,40	0,50	0,60	0,80	1,00	1,50	2,00
0,05	0,300	0,756	0,340	0,338	0,336	0,336	0,336	0,335	0,335	0,335
0,07	0,350	0,765	0,343	0,340	0,339	0,338	0,337	0,337	0,337	0,336
0,08	0,400	0,774	0,346	0,343	0,341	0,341	0,339	0,339	0,338	0,338
0,09	0,450	0,783	0,350	0,346	0,345	0,343	0,341	0,341	0,341	0,340
0,10	0,500	0,793	0,355	0,351	0,348	0,347	0,345	0,344	0,343	0,343
0,12	0,600	0,811	0,363	0,359	0,355	0,354	0,351	0,350	0,349	0,349
0,14	0,700	0,830	0,374	0,368	0,364	0,361	0,359	0,357	0,355	0,355
0,16	0,800	0,848	0,384	0,377	0,371	0,369	0,366	0,364	0,361	0,361
0,18	0,900	0,867	0,395	0,386	0,381	0,377	0,374	0,371	0,369	0,369
0,20	1,000	0,885	0,406	0,396	0,389	0,386	0,381	0,379	0,376	0,374
0,22	1,100	0,904	0,418	0,406	0,400	0,395	0,390	0,387	0,383	0,382
0,24	1,200	0,922	0,429	0,417	0,409	0,404	0,398	0,395	0,391	0,389
0,26	1,300	0,941	0,440	0,428	0,420	0,414	0,407	0,404	0,399	0,397
0,28	1,400	0,959	0,453	0,438	0,430	0,423	0,415	0,411	0,407	0,405
0,30	1,500	0,978	0,465	0,450	0,440	0,433	0,425	0,421	0,415	0,412
0,32	1,600	0,996	0,476	0,460	0,450	0,442	0,434	0,428	0,422	0,419
0,34	1,700	1,015	0,488	0,471	0,461	0,453	0,444	0,436	0,430	0,427
0,36	1,800	1,033	0,499	0,482	0,471	0,463	0,453	0,446	0,438	0,435
0,38	1,900	1,052	0,511	0,493	0,482	0,472	0,462	0,455	0,446	0,443
0,40	2,000	1,070	0,516	0,505	0,491	0,483	0,471	0,463	0,454	0,451

ANCHO DEL UMBRAL: $c = 0m,25$.

Alturas. Metros.	Relación $\frac{h}{c}$	Relación $\frac{m}{m'}$	0,30	0,40	0,50	0,60	0,80	1,00	1,50	2,00
0,05	0,320	0,759	»	0,336	0,335	0,334	0,332	0,332	0,332	0,332
0,07	0,360	0,767	»	0,339	0,338	0,336	0,334	0,334	0,334	0,333
0,09	0,400	0,774	»	0,342	0,340	0,338	0,337	0,336	0,335	0,335
0,12	0,480	0,789	»	0,349	0,346	0,344	0,342	0,341	0,339	0,339
0,14	0,560	0,804	»	0,356	0,352	0,350	0,347	0,346	0,344	0,344
0,16	0,640	0,818	»	0,363	0,358	0,356	0,353	0,351	0,349	0,349
0,18	0,720	0,833	»	0,371	0,366	0,362	0,359	0,357	0,355	0,354
0,20	0,800	0,848	»	0,379	0,373	0,370	0,366	0,363	0,360	0,359
0,22	0,880	0,866	»	0,388	0,381	0,377	0,372	0,369	0,366	0,365
0,24	0,960	0,878	»	0,397	0,390	0,385	0,379	0,370	0,372	0,371
0,26	1,040	0,893	»	0,406	0,398	0,392	0,385	0,383	0,378	0,376
0,28	1,120	0,907	»	0,415	0,406	0,400	0,393	0,389	0,385	0,383
0,30	1,200	0,922	»	0,424	0,415	0,408	0,400	0,397	0,391	0,388
0,32	1,280	0,937	»	0,433	0,424	0,416	0,409	0,403	0,397	0,393
0,34	1,360	0,952	»	0,442	0,432	0,425	0,416	0,410	0,404	0,401
0,36	1,440	0,966	»	0,451	0,441	0,433	0,423	0,417	0,410	0,407
0,38	1,520	0,986	»	0,460	0,449	0,441	0,431	0,423	0,416	0,413
0,40	1,600	0,996	»	0,470	0,457	0,449	0,438	0,431	0,422	0,419
0,42	1,680	1,011	»	0,479	0,466	0,457	0,446	0,439	0,430	0,426
0,44	1,760	1,026	»	0,488	0,475	0,466	0,454	0,446	0,436	0,432
0,46	1,840	1,040	»	0,497	0,484	0,474	0,461	0,452	0,442	0,438
0,48	1,920	1,055	»	0,506	0,493	0,482	0,468	0,468	0,440	0,444
0,50	2,000	1,070	»	0,516	0,501	0,491	0,478	0,476	0,468	0,452

Debe advertirse que los coeficientes del cuadro anterior se refieren tan sólo al caso en que la lámina de agua permanece adherida al umbral del vertedero.

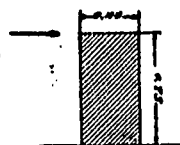
Para determinar el coeficiente del gasto en vertederos de umbral muy ancho, realizó Mr. Bazin algunos experimentos sobre uno de 0,75 metros de altura, con anchuras de umbral de

0,40, 0,80 y 2,00 metros. En los primeros experimentos las aristas eran vivas, pero después hizo dos más redondeando las de aguas-arriba, según un cuarto de círculo de 0,10 metros de radio.

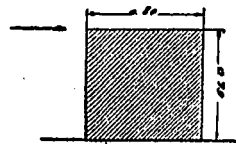
Comparando los resultados obtenidos, se observa que al redondear la arista de aguas-arriba del umbral, modificando la contracción, se aumenta el gasto de un modo notable y casi constante para cada uno de los vertederos; próximamente el 14 por 100 para el de 0,80 metros y el de 12 por 100 para el de 2.

A continuación se extractan los resultados de las series de experimentos números 113 a 117.

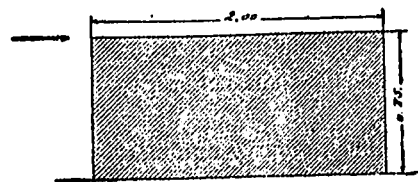
Serie núm. 113.



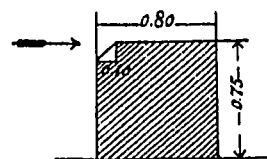
Serie núm. 114.



Serie núm. 115.



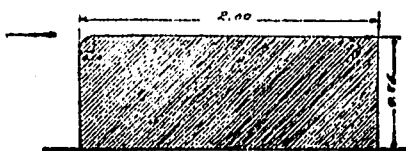
Serie núm. 116.



Número del experimento	Carga h. Metros.	Coefficiente del gasto. Metros.
1	0,0635	0,3294
2	0,0883	0,3313
3	0,1107	0,3307
4	0,1352	0,3302
5	0,1580	0,3321
6	0,1806	0,3348
7	0,2035	0,3378
8	0,2247	0,3427
9	0,2456	0,3468
10	0,2632	0,3494
11	0,2855	0,3547
12	0,3011	0,3593
13	0,3156	0,3628
14	0,3281	0,3660
15	0,3398	0,3682
16	0,3534	0,3734
17	0,3651	0,3758
18	0,3813	0,3821
19	0,4024	0,3871
1	0,0623	0,3073
2	0,0855	0,3167
3	0,1074	0,3229
4	0,1321	0,3245
5	0,1539	0,3233
6	0,1764	0,3241
7	0,2003	0,3270
8	0,2241	0,3272
9	0,2471	0,3281
10	0,2693	0,3300
11	0,2921	0,3316
12	0,3154	0,3336
13	0,3392	0,3351
14	0,3571	0,3361
15	0,3792	0,3398
16	0,3968	0,3407
17	0,4219	0,3440
1	0,0599	0,2747
2	0,0808	0,3004
3	0,1041	0,3047
4	0,1277	0,3123
5	0,1510	0,3119
6	0,1728	0,3184
7	0,1948	0,3173
8	0,2184	0,3194
9	0,2415	0,3243
10	0,2658	0,3245
11	0,2890	0,3245
12	0,3120	0,3250
13	0,3347	0,3281
14	0,3592	0,3294
15	0,3843	0,3302
16	0,4055	0,3342
17	0,4231	0,3348
18	0,4342	0,3365
19	0,4474	0,3362
1	0,0540	0,3372
2	0,0685	0,3526
3	0,0901	0,3607
4	0,1118	0,3637
5	0,1327	0,3679
6	0,1536	0,3707
7	0,1747	0,3731
8	0,1949	0,3753
9	0,2174	0,3734
10	0,2381	0,3742

Número del experimento.....	Carga	Coefficiente
	<i>h.</i>	del gasto.
	Metros.	Metros.
11	0,2587	0,3764
12	0,2797	0,3765
13	0,3005	0,3797
14	0,3211	0,3813
15	0,3417	0,3841
16	0,3614	0,3859
17	0,3818	0,3863
18	0,4016	0,3888
1	0,0482	0,2741
2	0,0625	0,3287
3	0,0880	0,3207
4	0,1101	0,3286
5	0,1310	0,3396
6	0,1507	0,3452
7	0,1714	0,3533
8	0,1938	0,3521
9	0,2158	0,3503
10	0,2351	0,3604
11	0,2545	0,3629
12	0,2782	0,3649
13	0,3016	0,3671
14	0,3244	0,3680
15	0,3444	0,3678
16	0,3651	0,3701
17	0,3863	0,3712
18	0,4073	0,3731

Serie núm. 117.



Vertederos con paramentos inclinados o curvos

Cuando los paramentos de los vertederos no son verticales, la inclinación de los taludes modifica completamente las condiciones del fenómeno. La del paramento de aguas-arriba tiende a disminuir la contracción sobre el umbral, y, por consiguiente, a aumentar el gasto. En cuanto al talud de aguas-abajo, su influencia no es siempre constante. Si no se separa mucho de la vertical, la lámina, adherida al talud para pequeños gastos, se desprende a partir de una cierta carga, obteniéndose entonces láminas anegadas por debajo, análogas a las estudiadas en las presas de viguetas; si, por el contrario, el talud de aguas-abajo se separa poco de la horizontal, la lámina no puede desprenderse y queda aplicada a él para todas las cargas; pero el gasto puede variar mucho, según la inclinación del talud. Por otra parte, la influencia del ancho del umbral es considerable, como ya se ha visto en los vertederos de viguetas. De aquí que los vertederos de pared gruesa con los paramentos en talud deben presentar, en cuanto al derrame, una gran variedad de resultados, necesitándose para cada tipo una escala especial de coeficientes. Semejante estudio, para ser completo, debería extenderse a un número considerable de casos particulares. Sin comprenderlos todos, los experimentos abarcan series muy extensas.

Primero se hicieron con vertederos cuyo umbral se redujo a una arista viva, con diferentes grados de inclinación en los taludes, y después se operó con tres anchos de umbral, a saber: 0,10, 0,20 y 0,40 metros. A continuación se hicieron algunos experimentos complementarios con vertederos cuyos umbrales se enlazaron con los paramentos inclinados por medio de superficies curvas; y, por último, se experimentó con vertederos de perfil completamente curvo.

Pueden dividirse las numerosas series de experimentos en los cinco grupos siguientes:

1.º Vertederos con el paramento de aguas-abajo vertical ó casi vertical y el de aguas-arriba con inclinación variable.

2.º Vertederos con el paramento de aguas-arriba vertical ó casi vertical y el de aguas-abajo con inclinación variable.

3.º Vertederos cuyos dos paramentos presentan una inclinación máxima de 45 grados con respecto a la horizontal.

4.º Vertederos en los cuales el umbral se enlaza con los taludes por medio de superficies curvas.

5.º Vertederos de perfil completamente curvo.

PRIMER GRUPO

Paramento de aguas-abajo vertical ó casi vertical.

Este grupo comprende once series. Los resultados de estos experimentos difieren notablemente, según la inclinación de los taludes y el ancho del umbral.

Todas las series terminan con láminas anegadas por debajo; pero empiezan, ya por láminas deprimidas, ya por láminas adherentes, cuya naturaleza se indica en la columna correspondiente de cada cuadro.

Si se consideran, por de pronto, los vertederos en arista viva, se ve que la aparición de la lámina anegada por debajo está precedida de láminas deprimidas, conteniendo aire entre ellas y el cuerpo de la presa, salvo para la pendiente de aguas-abajo de $\frac{3}{2}$ que permite la formación de una lámina adherente; una

vez que se ha establecido la lámina anegada, su coeficiente no difiere mucho del de la lámina en pared delgada, cuando el paramento de aguas-arriba es vertical; aumenta cuando este paramento toma las inclinaciones $\frac{3}{1}$ y $\frac{3}{2}$.

Sobre los vertederos de 0,10 metros de umbral, las láminas adherentes aparecen cuando el paramento de aguas-abajo está inclinado a $\frac{3}{1}$ ó $\frac{3}{2}$. Un elemento más, la adherencia al umbral, interviene para modificar el coeficiente. En el momento que esta adherencia desaparece, el coeficiente disminuye bruscamente en un 10 por 100. Esto ocurre en las series números 133 y 134, donde el paramento de aguas-arriba es vertical; la carga no ha alcanzado en las otras un valor bastante grande para producir el desprendimiento ó separación de la lámina, y el coeficiente queda en los últimos experimentos, superior al valor que tendría sobre el vertedero de viguetas, donde la lámina se desprende bajo esa misma carga.

En cuanto al vertedero de 0,20 metros de umbral sólo se ha hecho una serie de experimentos, siendo vertical el paramento de aguas-abajo y el de aguas-arriba inclinado a $\frac{1}{2}$; á consecuencia del aumento de anchura del umbral, la forma anegada aparece más tarde y con un coeficiente notablemente menor. Claro está que con experimentos más numerosos se hubiera llegado á resultados tan variados como sobre el umbral de 0,10 metros. Pero, sin ir más lejos, resalta del conjunto de estos hechos que, sobre un vertedero cuyo paramento de aguas-abajo es próximamente vertical, la lámina anegada aparece siempre cuando se alcanza una carga bastante elevada; esta carga límite varía con las inclinaciones de aguas-arriba y de aguas-abajo; ocurre lo mismo con la que corresponde á la separación de la lámina, la cual influye también en el valor del coeficiente. Cada tipo de vertedero exigiría, por lo tanto, un estudio especial, y en vista de tal complejidad, es preciso renunciar á establecer fórmulas generales.

(Continuará.)