

Las compuertas de desagüe de fondo del pantano de Buseo

A consecuencia de las dificultades que ofrecía el manejo de las primitivas compuertas de desagüe de fondo del pantano de Buseo, y la explosión que en sus cámaras tuvo lugar, según describimos en el artículo correspondiente, inserto en el núm. 2401 de esta REVISTA, de 15 de marzo de 1924, se hizo necesaria su sustitución, a cuyo fin se redactó el oportuno proyecto, que fué aprobado por la Superioridad, y por el que se las dotó de resistencia mucho mayor que las que tenían las primitivas, proponiendo en ellas modificaciones que han tenido ya la sanción experimental, y que, por ofrecer alguna novedad, vamos a describir, con el fin de que pueda ser útil su adopción en casos especiales de carácter análogo al presentado en el pantano de Buseo, y siempre en aquellos en que la mayor economía se imponga.

Durante la construcción del pantano se dejaron en el techo de las galerías de desagüe dos huecos en cada una, para alojar la doble compuerta, que mal entendida economía suprimió, dejando una sola, motivando con ello el difícil funcionamiento en su maniobra y los desgraciados incidentes ocurridos.

El hueco no utilizado, que fué el de aguas abajo, quedó abierto en el suelo de las cámaras de alojamiento de compuertas, y por él se daba salida a la galería, y de ésta al río, a las filtraciones que se producían, aun cerrando la compuerta por su pala herméticamente, por su cabeza y el hueco por el que desliza alojándose en la mencionada cámara.

El tipo de compuerta adoptado es el Stoney sin rosario de rodillos, que en algunos pantanos se han suprimido por no dar buenos resultados su empleo, efectuándose el roce de la compuerta con el marco fijo por deslizamiento, en vez de rodadura, para que los marcos, tanto el móvil de la compuerta como el fijo, se revistan de guarniciones de bronce, bien cepilladas, entre las que se produce aquel deslizamiento. A los citados marcos, en sentido vertical, se les da la forma de cuña, con lo que, por el propio peso de la compuerta y la presión del embalse, se consigue un cierre hermético respecto a la galería de desagüe, pero no con relación a la cámara de alojamiento de compuerta, que, de no desaguar, según anteriormente se dijo, por el boquete abierto en su suelo se pondría a la presión del embalse, previamente cerrada la válvula que por su techo comunica con la cámara de maniobras; válvula por la que, sin duda, penetró el gas metano que produjo la explosión en otro tiempo ocurrida.

Precisamente para evitar la acumulación de aquel gas traicionero, entre otras medidas tomadas, descritas en el número citado de esta REVISTA, nos convino tratar de aislar en absoluto el embalse de la cámara de compuertas, en forma que, aun con aquél

lleno, se pudiese ésta visitar, y con ello establecer una potente ventilación desde la galería de desagüe, a través de las cámaras de compuertas y mecanismos, con la galería de servicio de acceso a aquéllas.

Este problema se resolvió dotando la cabeza de la compuerta de una resistente pestaña o reborde, revestido en su cara interior por una materia elástica (el caucho, en nuestro caso), que efectuase el cierre hermético, y por intermedio de la que descansaba en otro reborde análogo que ofrece el marco fijo y unas contrajambas laterales que, formando el hueco por donde desliza la compuerta, reviste la fábrica de la galería.

El prisma de caucho se aloja en una ranura o caja de 30×40 mm de sección que el reborde ofrece, y a la que va pegado con un mastic o cola que hasta hoy le da sujeción suficiente, pero que también podría unirse, por pequeños pernos horizontales, a las paredes laterales de la citada caja.

Podría también sustituirse el caucho por varias planchetas de cartón, o quizá, mejor, por listones de aquella dimensión de madera dura.

Cuando la cabeza de la compuerta descansa en el reborde descrito queda colgada, sin que su pie llegue a apoyar en el rastrillo, sobre el que queda a unos 5 cm, y en esa posición se yuxtaponen perfectamente los dos marcos de bronce, fijo y móvil, si bien, por pérdidas de elasticidad de la materia con que se efectúa aquel cierre, el solape de los broncees podía perderse en uno o dos centímetros de los diez que de anchura tienen.

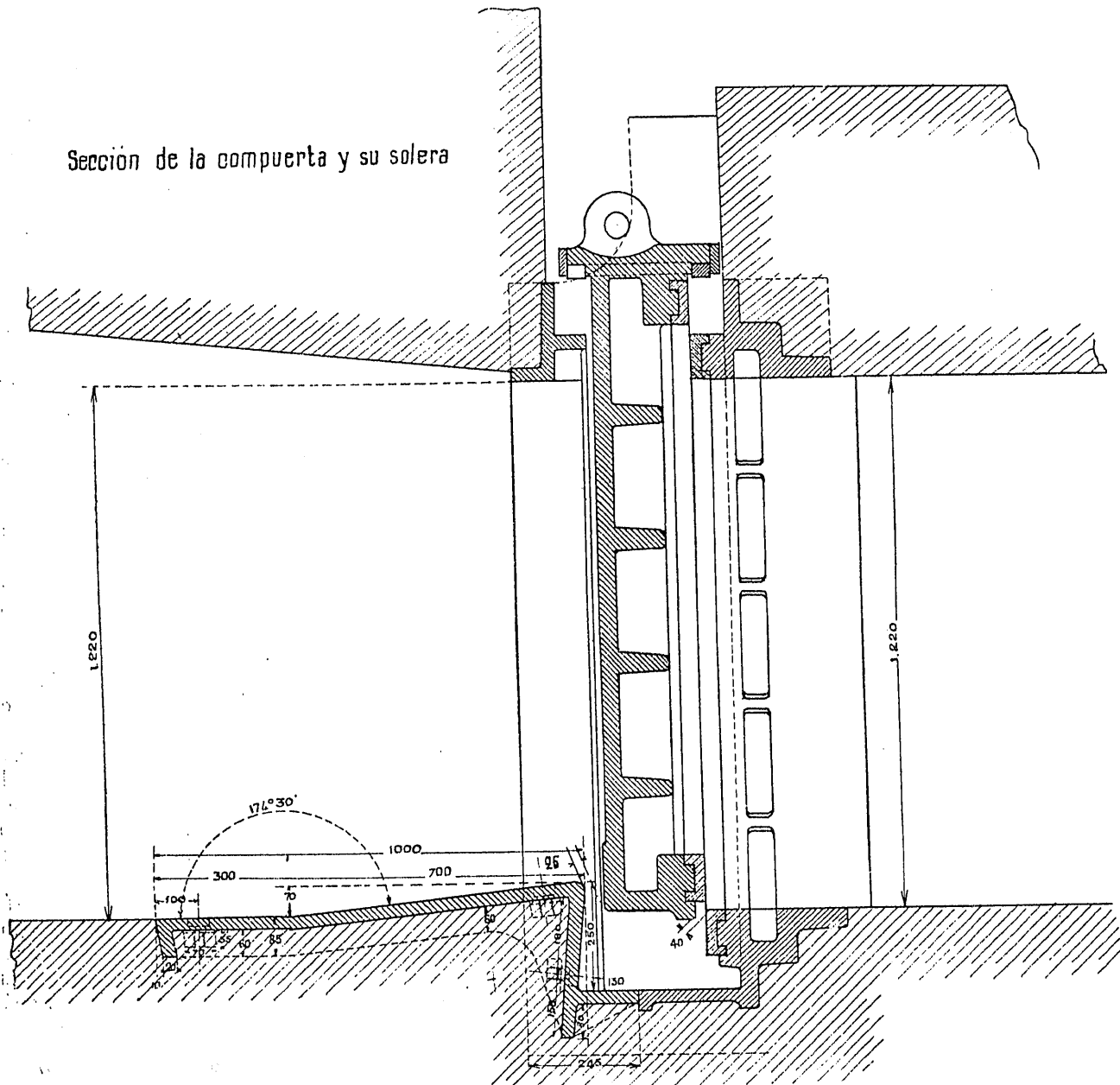
El sistema de suspensión de la compuerta consiste en unirla al vástago por intermedio de dos orejas y un perno que las atraviesa, que permite el movimiento oscilatorio en el sentido del empuje del agua, con lo que es favorable a la yuxtaposición de los marcos. La pequeña oscilación que pudiera producirse en sentido transversal la impedirán unos pequeños rebordes que, junto a los broncees, existen aguas abajo.

La pala de la compuerta va cuadrículada por nervios que le dan una gran resistencia, no sólo la que necesita para sufrir la carga estática, sino también la dinámica a que en su maniobra está expuesta con la salida de acarreo, que sin duda fueron la causa del resultado defectuoso de las primitivas.

Aquellos nervios creemos, además, deben colocarse en la cara de aguas abajo, a fin de evitar el mayor rozamiento en la maniobra que su anclaje en el fango producirá, y por ello no se les ha dado en su sección la forma de sólido de igual resistencia, con mayor altura en el centro que en la periferia de la compuerta, sino la altura constante de 120 mm con un espesor medio de 35 mm.

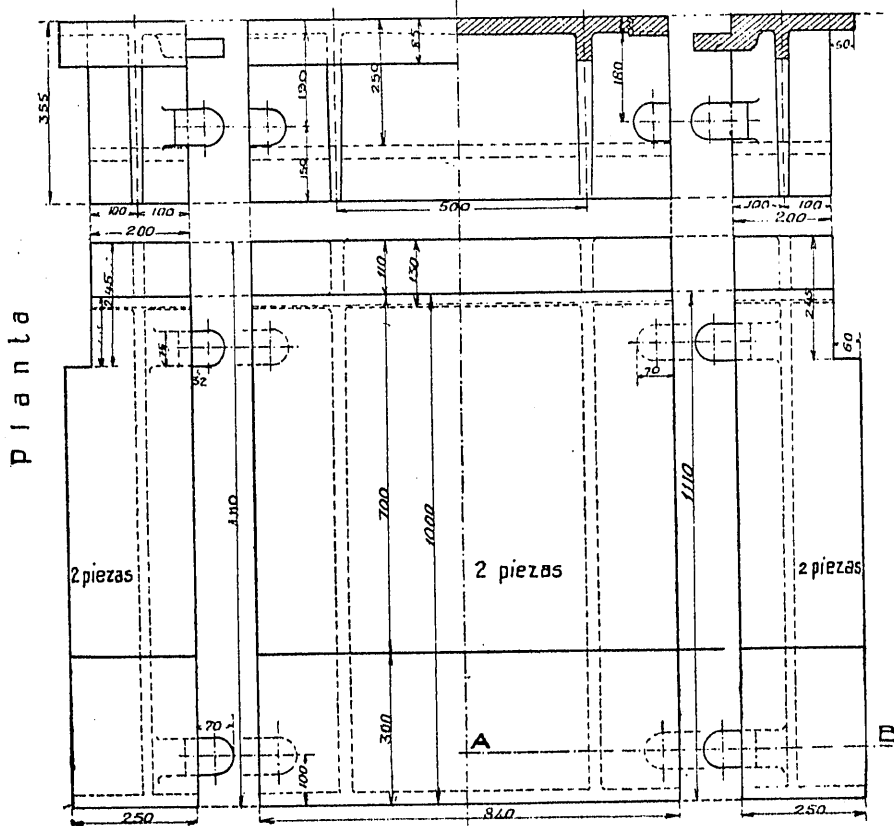
La separación entre ejes de nervios en sentido

Sección de la compuerta y su solera



Alzado visto desde X

Sección por A.B



horizontal es de 280 mm, y de 274 en sentido vertical.

La sección de la galería de desagüe que la compuerta cierra es de $1,22 \times 1,24$ m, y el cálculo de las dimensiones de los distintos elementos de aquella nada de particular ofrece, careciendo de suficiente interés para alargar con exceso esta breve reseña, ya que con todo detalle acotamos en las figuras aquellos elementos.

Tan sólo creemos, sí, oportuno describir el revestimiento adoptado en la solera, inmediatamente aguas arriba de las compuertas.

En la primera apertura de ellas, y a pesar de la dureza del bronce fosforoso empleado en los marcos, el del umbral del marco fijo, al paso de las arenas y acarreo en el desagüe de fondo, con la imponente velocidad con que salen, se melló y redondeó su borde, perdiendo casi un centímetro de solape con el de la compuerta. Esto nos hizo ver la necesidad de aminorar en lo posible aquel efecto de lima, y pensamos dar a la solera aguas arriba una ligera contrapendiente, en forma de trampolín, que hiciera al acarreo saltar en parte por encima del marco, colocando el borde de aquella solera algo por encima y a la distancia conveniente del umbral del marco fijo.

Esta distancia la decidió otra consideración, y fue la de la limpia de los acarreo, y que, próximo a terminar el descenso de la compuerta, se encuen tren rellenando el hueco del pie del trampolín, según puede observarse en la figura que se acompaña.

Al llegar el borde inferior de la compuerta al nivel del borde alto del trampolín queda una separación entre ellos de 25 mm, siendo de 40 la de la salida entre el marco del umbral y la compuerta. Se establecerá, pues, una fuerte corriente asifonada que limpiará de material todo aquel depósito, y rápidamente puede la compuerta, que se ha detenido un

momento en aquella posición, descender a su punto de cierre.

En el caso no probable de que algún material de dimensiones ajustadas a la ranura quedase encajado en ella, bastará el peso de la propia compuerta, actuando de martinete, para que se desmenuce y salga arrastrado.

Los efectos, experimentados ya, del trampolín descrito han sido excelentes, y así pudo comprobarse al maniobrar repetidamente las compuertas al hacer la División Hidráulica del Júcar entrega del pantano en fecha reciente al Sindicato de Riegos de la Vega de Valencia.

La solera descrita la constituyen dos piezas laterales, que se entregan 5 cm en la fábrica de los estribos de la galería, y otra central que une perfectamente a aquéllas por varias lengüetas de enchufe. Todas las piezas están dotadas de los nervios de refuerzo, que se representan en la figura.

El peso de la compuerta es de 2400 kilogramos.

La potencia de elevación disponible, de 39 toneladas, y el esfuerzo inicial a vencer a embalse lleno (38,50 m), de 27,380 toneladas.

La máxima tensión en el vástago, cuyo diámetro es de 0,10 m, es de 360 kg/cm^2 , y la compresión en el cierre, de 273 kg/cm^2 .

Las dos disposiciones descritas, tanto de cierre hermético de la cabeza de la compuerta como la solera en trampolín, han dado los resultados que nos proponíamos obtener, con un coste, sumamente económico, de 24 000 pesetas cada una de las compuertas colocadas en obra.

En el "stand" que la División Hidráulica del Júcar presenta en el pabellón de Fomento de la Exposición de Sevilla puede verse despiezada la compuerta del pantano de Buseo descrita y una maqueta, en la que, por agua a presión y un gato hidráulico análogo al de la obra, se puede efectuar la maniobra.

Arturo MONFORT HERVÁS
Ingeniero de Caminos

Breve comentario acerca de la inexactitud de una conocida expresión del trabajo elástico

Vamos previamente a resolver una cuestión sumamente sencilla, un facilísimo problema, que habrá de auxiliarnos con toda eficacia al objeto de establecer los elementales distingos componentes de estas sumarísimas notas. Inmediatamente abordaremos esa resolución, y a la postre (conste que la ocurrencia tiene conocidos precedentes), es decir, ya resuelto, daremos el enunciado del llamado problema, aunque no sea más que por la sospecha de que sin tan capital requisito podamos encontrar dificultad para incluirlo entre los auténticos problemas como uno de tantos.

Empezamos a operar a la temperatura de 30°C . A esa temperatura tenemos suspendida por uno de sus extremos una cabilla de acero de un centímetro cuadrado de sección, cuya longitud es de 45,50 metros; del extremo libre colgamos un peso de 495 kilogramos, y queremos calcular el alargamiento de la citada varilla por la tracción debida a dicho peso.

Como es sabido, basta y sobra para solucionar

tan elemental cuestión utilizar la definición del coeficiente de elasticidad longitudinal, que es la relación más sencilla que darse puede entre esfuerzos y deformaciones por ellos producidos. En general, si de una barra de longitud L , cuya sección tiene por área S , suspendemos un peso P , de forma que sólo haya esfuerzo de tracción, dicha barra tendrá un alargamiento; si designamos por ΔL este alargamiento y por E el expresado coeficiente de elasticidad longitudinal, sabemos o tenemos por definición que

$$E = \frac{P}{S} : \frac{\Delta L}{L}$$

de donde resulta, para medida del alargamiento producido por la acción del peso P , el valor

$$\Delta L = \frac{PL}{ES} \quad [I]$$