

deja que entre el agua en las capacidades interiores hasta que el dique se haya introducido lo necesario para que el barco pueda entrar.

Se cierran entonces las válvulas y se lleva el aparato sumergido debajo del casco y quilla del barco; en seguida se ponen en movimiento las máquinas de vapor y las bombas para vaciar los compartimentos llenos, entonces empieza á salir el dique fuera del agua hasta que la quilla del barco se apoya en las piezas de madera preparadas de antemano, y continúa elevándose hasta que se quede completamente en seco, teniendo cuidado de ir colocando los codales y apuntalando el casco contra las paredes interiores dispuestas en escalones, como se representa en lá fig. 4, quedando el barco en disposicion de poderse reparar y visitar.

Si por un accidente imprevisto no pudiera verificarse, ó si por descuido se olvida el cerrar una de las válvulas destinadas á la entrada del agua, el dique no por esto se iria al fondo, pues deben calcularse las dos cámaras laterales de tal modo que su volúmen sea suficiente para que el aparato sea insumergible en el caso indicado.

Cuando se ha concluido la reparacion de un barco y se quiere volverle á poner á flote, no hay mas que sumergir de nuevo el dique hasta la profundidad necesaria, abriendo todas las válvulas para que se llene de agua la plataforma. El aparato desciende lentamente, y su movimiento se arregla hasta que el barco pueda flotar y salir del aparato.

El tiempo necesario para subir en el dique un barco de los mayores es de 50 minutos.

Resúmen.

Es inútil entrar en mayores detalles acerca de los diques flotantes; se comprende que en trabajos de esta clase hay ciertas reglas que no pueden abandonarse; pero que se pueden modificar mas ó menos. Lo mas importante de todo es, que las piezas de hierro que forman el dique tengan la resistencia suficiente, esten ligadas invariablemente y formen un conjunto que pueda resistir bien á los esfuerzos á que

se ha de someter cada una de sus partes. En cuanto á los medios de consolidar bien las paredes interiores, se deben naturalmente elegir aquellos que la práctica ha sancionado como los mas eficaces y duraderos, y que las diferentes piezas de hierro, como riostras, tirantes, piezas de ángulo, etc., obren en las mejores condiciones posibles de resistencia.

Todos se han llenado perfectamente por Mr. George Banks Rennie, y sus *diques flotantes de hierro* son seguramente un auxiliar de una gran utilidad para las construcciones navales.

CONTESTACION

AL DISCURSO

DEL SR. D. JOSE SUBERCASE.

POR EL EXCMO. SR.

DON LUCIO DEL VALLE,

ACADÉMICO DE NÚMERO.

SEÑORES: Extraño parecerá que la persona á quien en virtud de lo prescrito en el Reglamento se ha conferido el encargo de contestar al notable discurso que acabais de oír, sea, sin duda, la menos autorizada de las que componen la Academia, así por su poca antigüedad en ella, como por las escasas dotes que para verificarlo con acierto reúne; y estas poderosas razones nos hubieran hecho declinar tan señalada honra, si á ello no se hubieran opuesto con fuerza irresistible los lazos de amistad y compañerismo que ha muchos años nos unen con el nuevo Académico, y la respetuosa deferencia que merecen cuantas disposiciones emanan de nuestro dignísimo Presidente. Muévenos, además, á tomar sobre nuestros débiles hombros tan superior tarea, la memoria del padre de nuestro nuevo colega, sagrada é imperecedera para todos los que nos hemos dedicado á una carrera que con tanta inteligencia llegó á crear aquel, y que con tanto acierto y perseverancia consiguió fomen-

tar, aclimatar y enaltecer entre nosotros. El orden, el método, la severa disciplina que desde su origen en 1854 se observaron en la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, obra exclusiva fueron del Ilmo. Señor D. Juan Subercase, á cuyas acertadas disposiciones se debieron los sazonados frutos que desde su principio se obtuvieron de ella; y en tanto grado lo fueron, que aquel método, aquel rigor, aquella disciplina han servido de norma y de modelo á las demás escuelas especiales que despues se han establecido en nuestro país. Dispénsenos la Academia esta ligera digresion; es el desahogo de un alma agradecida á la memoria del que fué su maestro y su amigo, renovada hoy con la circunstancia de haber de contestar en este solemne acto al discurso que acaba de leer el hijo de tan sabio como esclarecido varon.

La investigacion de las leyes que rigen el movimiento y la resistencia de los flúidos, los trabajos emprendidos desde los tiempos mas remotos hasta nuestros dias á fin de conocer dichas leyes y sacar de ellas importantísimas deducciones para las ciencias de aplicacion; las inmensas dificultades que para conseguirlo se encuentran, y las tinieblas y dudas que aun cubren y rodean estos estudios; tales son los puntos que han servido de tema al erudito discurso del Sr. Subercase. Con sagaz entendimiento, con el acertado criterio de un espíritu analítico, y con la competencia que da una larga práctica en la enseñanza de estas materias, ha sabido poner de relieve la historia razonada de las aplicaciones mas interesantes de esta parte de la Mecánica, manifestando las escasas tentativas hechas en la antigüedad para descubrir los verdaderos principios en que descansa tan útil ciencia; las mas numerosas y perfectas, pero incompletas aun, practicadas en los tiempos modernos; las dificultades que se oponen á alcanzar el grado de exactitud que fuera de desear; habiéndonos indicado, en fin, la diferencia que existe entre los varios ramos de los conocimientos humanos que, fundándose algunos en ciertas ideas abstractas del tiempo y del espacio, pueden adquirir todo el

desarrollo de que son susceptibles á esfuerzos solo del talento y de la imaginacion del hombre, pero que dependiendo otros de los datos de la esperiencia, no es fácil obtengan nunca mas que una perfeccion relativa, ó sea un grado mayor ó menor de aproximacion á la exactitud ideal.

Empero si bien es cierto que no podrá llegarse á la perfeccion verdaderamente matemática en las ciencias de aplicacion como la hidráulica, todavia los resultados obtenidos con el estudio y la observacion, ayudados con los progresos de las demas ciencias accesorias, y con los delicados aparatos é instrumentos que suministran los adelantos de las artes de construccion en todos los ramos, y fundados en esperimentos repetidos y comprobados con sumo criterio é imparcial meditacion, son ya tan numerosos, que han permitido dirigir con acierto y dar feliz cima á las obras mas importantes de nuestros dias.

No vamos á seguir al Sr. Subercase en la reseña que hace de las tentativas y trabajos que tuvieron por objeto investigar las leyes del movimiento y resistencia de los flúidos, partiendo de la obra *Insidentibus humido*, del célebre Arquímedes, que es tal vez la mas antigua que se posee sobre la mecánica de los líquidos, por mas que no se ocupara sino del equilibrio de los mismos, ó por mejor decir, del de los cuerpos sumergidos en ellos: ni los trabajos de este distinguido geómetra pudieron hacer adelantar un paso á la ciencia del movimiento de los flúidos, que todavia estaba por crear, ni las ingeniosas máquinas inventadas por Heron de Alejandria y otros, tales como las bombas, sifones, relojes de agua, fuentes de compresion, etc., tienen nada que ver con los principios del movimiento de los flúidos; todas ellas se refieren á cuestiones de equilibrio, y las verdades de esta parte de la ciencia precedieron diez y ocho siglos á las del movimiento: mas aun, se establecieron de muy antiguo molinos de agua, que exigieron naturalmente conducciones mas ó menos prolongadas; construyéronse acueductos, puentes y otras obras análogas sin conocer las leyes del movimiento

de las aguas, sin que la hidráulica hubiera iluminado con la purísima luz de la ciencia las cuestiones de que se trataba, ni enseñado las condiciones que debieran satisfacerse para conseguir el acierto. Solo la casualidad, solo la vulgar experiencia que, sin poner el hombre nada por su parte le presentaba la naturaleza en los ríos y torrentes, fueron las únicas guías que por espacio de años y de siglos sirvieron de inseguro norte para dirigir tan importantes trabajos: así se observa en las colosales obras hidráulicas que nos dejaron los romanos en todos los puntos del globo á que extendieron su vasta dominación, la prueba mas concluyente de su poderío y riqueza, pero tambien de sus no grandes conocimientos en la ciencia de los flúidos.

¡Pero qué mucho que esto aconteciera, dice muy acertadamente el Sr. Subercase, cuando todos los ramos del saber humano que pudieran ilustrar semejante género de estudios estaban tan atrasados, que ni aun podia emplearse en las nivelaciones un sistema capaz de hacer apreciar con la suficiente exactitud varias de las causas que influyen en el movimiento de las aguas! ¡Qué mucho, añadimos nosotros, que no se conocieran en la antigüedad las leyes de este movimiento, si no se tenia siquiera idea de la presión atmosférica, hasta que Galileo admiró al mundo demostrando que no era el horror que la naturaleza tenia al vacío lo que hacia subir el agua en las bombas, sino un efecto natural de la misma presión! Si tales eran y tan deleznales los fundamentos de la antigua física aun en las cuestiones de equilibrio, no debe extrañarse en manera alguna la completa ignorancia de los principios de la hidrodinámica, que necesitaban para ser descubiertos de mas observación, de mas delicados medios de observar, del concurso de otras ciencias todavía no creadas y del auxilio de las artes que tampoco podian prestársele con fruto á causa del atraso en que se encontraban. Fácil es por lo tanto asegurar que, despues de las poco exactas ideas sobre el movimiento de los flúidos que se tenían en Roma, y que se atribuyen á *Sexto Julio Frontino*, en la larga no-

che de mas de doce siglos que sucedió en toda la Europa á la caída del Imperio Romano, no se dió un solo paso en este asunto, como tampoco se progresó en otras muchas cuestiones científicas de la mayor importancia.

Despues de los primeros ensayos de Torricelli sobre el movimiento del agua que sale por orificios pequeños, solo se encuentran esfuerzos aislados é incompletos acerca de tan importante punto, hasta que Daniel Bernouilli espuso por primera vez en 1785 una teoría general del equilibrio y movimiento de los flúidos, que si bien distaba mucho de la perfección, mejorada y completada con los trabajos teóricos y prácticos de Maclaurin, Euler, Lagrange, D. Jorge Juan, Bossut, Dubuat, Coulomb, Prony, Eytelwein, Poncelet y tantos otros hombres eminentes como han dedicado sus esfuerzos á esta clase de investigaciones, la ciencia del movimiento de los flúidos ha llegado á adquirir bajo el punto de vista teórico, y mas aun bajo el aspecto práctico, una extensión, un desarrollo, una exactitud que estaba lejos de poderse siquiera sospechar en tiempo de Galileo, y que si, como dice muy acertadamente el autor del discurso á que tenemos la honra de contestar, el conocimiento riguroso de las leyes hidrodinámicas deja mucho que desear todavía, los resultados modernamente conseguidos en la práctica son tan grandiosos y tan relativamente perfectos, que no tienen comparación con los obtenidos en otras épocas en análogas circunstancias; en prueba de lo cual nos permitiremos llamar vuestra ilustrada consideración sobre algunas de las muchas cuestiones que hacen resaltar notablemente aquella diferencia.

No pueden menos de remontarse á la mayor antigüedad los trabajos relativos á la conducción de las aguas, puesto que las necesidades de la agricultura, por atrasada que estuviese, las de la industria, por rudas que fueran sus primeros productos, y sobre todo las de la seguridad y la misma subsistencia de los hombres, los hacian indispensables. Prescindiendo de las citas históricas que nos dan diferentes autores de haber sido conocidos los rie-

gos entre los pueblos primitivos que fijaron su residencia en el norte de Africa y en el mediodia de Europa y de Asia, son muchos los vestigios que manifiestan que, efectivamente, desde los tiempos antiguos se vieron obligados los hombres á evitar por medio del agua los perniciosos efectos ocasionados por los climas secos y cálidos en la produccion de las tierras; pero en aquellas épocas remotas en que no se tenia idea alguna de los principios que rigen el movimiento de los líquidos, y en las que se carecia además de los elementos necesarios para determinar con acierto los datos precisos para la resolucion de estas cuestiones, ¿qué marcha podia adoptarse, ni qué reglas seguirse para llevar á cabo las obras de conduccion de aguas? Ya lo hemos indicado antes; las que aparentemente seguia la misma naturaleza, las que suministraban las observaciones de la mas vulgar esperiencia. Cuando se consideraban las acequias como rios de menor consideracion, no es de extrañar se contentaran con obtener en aquellas lo que en estos se advertia, á saber, el movimiento del agua. Cuando la esperiencia solo hacia ver que corria esta por la superficie de la tierra buscando los parajes mas bajos y formándose así sus cauces naturales, no debe chocar que al abrir los artificiales procediese el hombre con tal inseguridad, y se aconsejase y se diera por precepto invariable el de empezar los trabajos por el extremo ó cabecera superior, por el origen mismo de la toma del agua, para que en su curso manifestara esta las escavaciones y demás obras que habian de practicarse. Cuando mas tarde se poseyeron algunos instrumentos de nivelacion, pero tan poco precisos y delicados como el nivel de albañil y el de agua, no debe tampoco causar estraneza que para asegurar el resultado, para obviar las muchas causas de error que inevitablemente ofrecian, se dieran pendientes exageradas á las conducciones; y así y todo podrian citarse ejemplos de canales emprendidos y abandonados en seguida por no haber sido capaces de que corrieran por ellos las aguas. Cuando, como sucedia hasta mediados del siglo pasado, se consideraba que la

velocidad de las diferentes particulas de una masa líquida en movimiento iba creciendo desde la superficie hasta el fondo en una misma vertical, nadie se admirará de que se ignorase la velocidad mas conveniente, y la forma y dimensiones que habria de afectar como mas apropiadas un canal determinado.

Dada esta falta de conocimientos no cabia exigir otra cosa en las antiguas obras hidráulicas de conduccion, y eran consiguientes los defectos de que adolecian, el enorme coste que originaban y el pequeño resultado que producian en proporcion á los inmensos sacrificios que tenian que hacerse para llevarlas á cabo. ¿Será preciso presentar ejemplos que atestigüen esta verdad? No lo creemos ciertamente necesario dirigiéndonos á la ilustrada corporacion y al distinguido concurso que nos escucha; muchos pudieran citarse en los diversos paises, algunos sin salir tambien del nuestro. Sabido es que en no pocas de las acequias y canales antiguos de las provincias meridionales de España, contruidos casi esclusivamente para el uso de la agricultura, se han concedido modernamente unos tras otros diversos establecimientos industriales, ¿Y que prueba esto sino que aquel canal, aquella acequia, aquella conduccion de aguas hecha solo con un objeto determinado, no llenaba tan satisfactoriamente como debia exigirse el referido objeto? Si se pueden establecer y se han planteado en efecto muchos de esos artefactos, es porque en la primitiva conduccion se habia desperdiciado caida, perjudicando tal vez á la conservacion del mismo canal, y dejando sin riego terrenos que, con mas inteligencia en el primitivo proyecto, pudieran haber disfrutado de este reconocido beneficio.

Ahora bien, ¿qué comparacion tienen esas antiguas obras de canalizacion con las que de la misma clase vienen ejecutándose en la actualidad? Los interesantes estudios teóricos y prácticos que indica el Sr. Subercase en su discurso, y especialmente los de los célebres Coulomb, Prony y Eytelwein, han hecho conocer, siquiera sea aproximadamente, las leyes del movimiento de los fluidos por cauces

naturales y artificiales; la resistencia debida al contacto del liquido por estos mismos cauces, atendida su forma, dimensiones y pendiente, el efecto de la velocidad en la degradacion de las paredes y solera, variable naturalmente segun su disposicion y los materiales de que estén fabricados: asi es que agregando á las condiciones que de este conocimiento resultan las propiedades que deben poseer las aguas con arreglo al uso á que se destinan, pueden fijar el área de la seccion transversal, la forma y dimensiones del perimetro mojado, y la inclinacion mas conveniente en cada caso particular; y en tales términos que solo de aquel modo se obtendrá la minima cantidad de obras de tierra y de fábrica, solo con aquella pendiente tendrán las aguas la prudente velocidad que necesitan, y solo mediante aquellas condiciones alcanzarán las obras la solidez indispensable con el menor gasto posible.

(Se continuará.)

EXPOSICION UNIVERSAL DE LONDRES.

APARATO AUTOMOTOR

PARA LA ALIMENTACION DE LAS CALDERAS DE VAPOR.

APLICACION DEL ENLACE (EMBRAYAJE) ELÉCTRICO.

Francia.—Seccion II.—Clase 5.^a—Núm. 1025.

Los numerosos accidentes que producen las explosiones de las calderas de vapor, han dado lugar hace algunos años á descubrimientos que resuelven siempre una importante cuestion para la humanidad. Con este objeto creemos útil recordar que M. Tresca, profesor del conservatorio de Artes de París, propuso á la Sociedad de Fomento en su memoria de 29 de abril de 1859 (que fué aprobada por unanimidad) el medio de dar una completa solucion al feliz empleo que ha hecho M. Achard del *enlace eléctrico* para mantener á un nivel constante el agua en las calderas de vapor, utilizando para este efecto la accion eléctrica

en las verdaderas condiciones en que su empleo puede proporcionar grandes servicios á la industria. M. Tresca insistia al mismo tiempo sobre las ventajas esenciales de este seguro aparato.

Este *aparato automotor* debe hoy mirarse como el complemento obligado de las calderas de vapor. Suministra al generador, en los momentos precisos, toda el agua que necesita. Sin el auxilio de nadie abre la llave de alimentacion, cuando el nivel desciende aunque no sea mas que un milimetro por debajo de la linea normal del agua, y la cierra tan pronto como el nivel llega á su posicion ordinaria. Como aparato de seguridad, su eficacia es completa: absoluta, puesto que indica por medio de una campana de alarma todas las causas de peligro.

En efecto, si el nivel por un motivo cualquiera, desciende ó se eleva de la linea de medida, la campana de aviso, suena. Avisa cuando la bomba de alimentacion se descompone, ó si la pila eléctrica se para, suena si el flotador indicador del nivel del agua cesa de funcionar, y suena tambien si el fuego siendo demasiado activo, hace que la presion del vapor esceda el limite normal.

Por último, avisa hasta en los casos en que una mano indiscreta ó mal intencionada descompone la pila eléctrica, ó rompe los hilos conductores, ó si el fogonero, descuidando activar la combustion, deja bajar demasiado la tension del vapor. Y este aviso, convirtiéndose en un sonido sin interrupcion, no cesa hasta el momento que se remedia el peligro que indica.

La pila eléctrica, compuesta de un solo elemento de Daniel, no gasta mas que dos céntimos por dia, y puede ser conservada por el mismo fogonero.

El *enlace eléctrico* se emplea en las fábricas de productos quimicos y otras máquinas, para mantener en los aparatos, sin el auxilio de nadie y con una grande precision el grado de calor y de presion, asi como el de humedad y de densidad que se desea. La fabricacion se hace por consiguiente regular é independiente,