

ANALES

DE LA

CONSTRUCCION Y DE LA INDUSTRIA.

AÑO IV.

Madrid 25 de Octubre de 1879.

NÚM. 20.

INTRODUCCION

AL

ESTUDIO DE LA INTENSIDAD DE LA GRAVEDAD POR MEDIO DEL PÉNDULO.

(CONTINUACION.)

CAPÍTULO II.

Del péndulo físico.

I.

MOVIMIENTO OSCILATORIO ALREDEDOR DE UN EJE.—PÉNDULO COMPUESTO.

Para determinar el movimiento alrededor de un eje fijo, de un sistema de puntos materiales unidos entre sí de una manera invariable y sometidos á las acciones de fuerzas motrices cualesquiera, representemos por m la masa de uno de estos puntos, por (x, y, z) sus coordenadas, por (X, Y, Z) las fuerzas motrices ó sus componentes aplicadas paralelamente á los ejes fijos, y empleemos las mismas letras acentuadas para representar las cantidades análogas para los otros puntos. El eje de rotacion, que tomaremos por eje de las z , puede hacerse inmóvil fijando dos de sus puntos: estos dos puntos fijos experimentan presiones en ciertas direcciones desconocidas, y, si se les descompone en otras tres paralelamente á los ejes, se tendrán dos posiciones paralelas á cada eje; las cuales podrán componerse de dos en dos, de modo que las experimentadas por el eje fijo y por tanto, las reacciones de este contra el sistema, podrán representarse en general por tres fuerzas, P, Q, R , aplicadas al eje de rotacion y paralelas á los coordenados, estando la última contenida en el mismo eje de las z y las otras dos aplicadas en puntos del mismo, colocados á distancias desconocidas del origen, representadas por p y q . Introduciendo estas tres fuerzas en el sistema, se puede prescindir de la fijeza del eje y considerarle como enteramente libre. Pero, segun el principio de D'Alembert, hay equilibrio entre las fuerzas de inercia de los diferentes puntos y las fuerzas motrices exteriores; comprendiendo entre las últimas á las P, Q y R .

Para uno de los puntos m del sistema, las fuerzas motrices son (X, Y, Z) y las fuerzas de inercia paralelas á los ejes son $m \frac{d^2 x}{dt^2}$, $m \frac{d^2 y}{dt^2}$ y $m \frac{d^2 z}{dt^2}$, que obran en sentido contrario. Puesto que estas fuerzas

unidas á P, Q y R se equilibran en el sistema, deben satisfacer á las seis condiciones de equilibrio que se encuentran en Estática (*), á saber, que las sumas de las componentes de las fuerzas segun los ejes y las sumas de los momentos de las mismas fuerzas segun dichos ejes sean nulas separadamente. Si representamos por Σ una suma de cantidades de igual naturaleza, relativas á los distintos puntos del sistema, se debe tener:

$$\left. \begin{aligned} \Sigma \left(X - m \frac{d^2 x}{dt^2} \right) + P &= 0, \\ \Sigma \left(Y - m \frac{d^2 y}{dt^2} \right) + Q &= 0, \\ \Sigma \left(Z - m \frac{d^2 z}{dt^2} \right) + R &= 0, \\ \Sigma \left\{ \left(Y - m \frac{d^2 y}{dt^2} \right) x - \left(X - m \frac{d^2 x}{dt^2} \right) y \right\} &= 0, \\ \Sigma \left\{ \left(Z - m \frac{d^2 z}{dt^2} \right) y - \left(Y - m \frac{d^2 y}{dt^2} \right) z \right\} - Qq &= 0, \\ \Sigma \left\{ \left(X - m \frac{d^2 x}{dt^2} \right) z - \left(Z - m \frac{d^2 z}{dt^2} \right) x \right\} + Pp &= 0, \end{aligned} \right\} [33]$$

cuyas ecuaciones unidas á las que expresan que el sistema es de forma invariable, harán conocer todas las circunstancias del movimiento y las presiones P, Q, R , sufridas por el eje.

Para expresar que el sistema es de forma invariable, hagamos pasar un plano, que tomaremos por el de las (X_1, Z_1) , por el eje de rotacion y un punto determinado del sistema; el centro de gravedad, por ejemplo. Un plano perpendicular á este y que pase por el eje será el de las (Y_1, Z_1) y el antiguo de las (X, Y) , que hasta aquí era arbitrario, será el de las (X_1, Y_1) . Si (x_1, y_1, z_1) son las coordenadas del punto m relativamente á los nuevos ejes, (x'_1, y'_1, z'_1) las del punto m' , etc., será preciso, para indicar la invariabilidad del sistema, expresar que estas nuevas coordenadas son invariables con relacion al tiempo: á este efecto notemos que, como el origen y el eje de las Z no han cambiado, se tiene

$$z = z_1, z' = z'_1, \text{ etc.}$$

(*) Véase Timmermans: *Mécanica racional*, capítulo IV, párrafo 39.

En cuanto á las coordenadas x_1 ó y_1 , designando por θ el ángulo formado por el plano de las (x, z) con el plano (X_1, Z_1) ó sea el ángulo formado por el eje de las X_1 con el de las X , se sabe que existen entre las antiguas y nuevas coordenadas las relaciones

$$z = z_1, x = x_1 \cos \theta - y_1 \sin \theta, \\ y = x_1 \sin \theta + y_1 \cos \theta;$$

de donde se deduce derivando con relacion al tiempo y advirtiendo que (x_1, y_1, z_1) etc., deben ser invariables, mientras que el ángulo θ varia con el tiempo:

$$\left. \begin{aligned} \frac{d^2 z}{d t^2} &= \frac{d^2 z_1}{d t^2} = 0 \\ \frac{d^2 x}{d t^2} &= x_1 \frac{d^2 \cos \theta}{d t^2} - y_1 \frac{d^2 \sin \theta}{d t^2} \\ \frac{d^2 y}{d t^2} &= x_1 \frac{d^2 \sin \theta}{d t^2} + y_1 \frac{d^2 \cos \theta}{d t^2} \\ \frac{d \sin \theta}{d t} &= \cos \theta \frac{d \theta}{d t}; \quad \frac{d^2 \sin \theta}{d t^2} = \cos \theta \frac{d^2 \theta}{d t^2} - \\ &\quad \sin \theta \left(\frac{d \theta}{d t} \right)^2. \end{aligned} \right\} [34]$$

Como todos los puntos del sistema se mueven sin cambiar de posicion, $\frac{d^2 \sin \theta}{d t^2}$, $\frac{d^2 \cos \theta}{d t^2}$, etc., son factores comunes constantes para todos los puntos del sistema, que están agrupados en las ecuaciones de equilibrio bajo los signos Σ . Sustituyendo estos valores de las derivadas tenemos

$$\begin{aligned} \Sigma Z + R &= 0 \\ \Sigma \left\{ X - m \left(x_1 \frac{d^2 \cos \theta}{d t^2} - y_1 \frac{d^2 \sin \theta}{d t^2} \right) \right\} + P &= 0, \\ \Sigma \left\{ Y - m \left(x_1 \frac{d^2 \sin \theta}{d t^2} + y_1 \frac{d^2 \cos \theta}{d t^2} \right) \right\} + Q &= 0, \\ \Sigma \left[\left\{ Y - m \left(x_1 \frac{d^2 \cos \theta}{d t^2} + \right. \right. \right. \\ &\quad \left. \left. y_1 \frac{d^2 \cos \theta}{d t^2} \right) \right\} (x_1 \cos \theta - y_1 \sin \theta) - \\ &\quad \left\{ X - m \left(x_1 \frac{d^2 \cos \theta}{d t^2} - \right. \right. \\ &\quad \left. \left. y_1 \frac{d^2 \sin \theta}{d t^2} \right) \right\} (x_1 \sin \theta + y_1 \cos \theta) \right] = 0, \\ \Sigma \left[Z y - \left\{ Y - m \left(x_1 \frac{d^2 \sin \theta}{d t^2} + \right. \right. \right. \\ &\quad \left. \left. y_1 \frac{d^2 \cos \theta}{d t^2} \right) \right\} z_1 \right] - Q q = 0, \\ \Sigma \left[\left\{ X - m \left(x_1 \frac{d^2 \cos \theta}{d t^2} - y_1 \frac{d^2 \sin \theta}{d t^2} \right) \right\} z_1 - \right. \\ &\quad \left. Z x \right] + P p = 0 \end{aligned} \quad [35]$$

de estas ecuaciones deducimos (d)

$$\left. \begin{aligned} P &= - \Sigma X + \frac{d^2 \cos \theta}{d t^2} \Sigma m x_1 - \frac{d^2 \sin \theta}{d t^2} \Sigma m y_1, \\ Q &= - \Sigma Y + \frac{d^2 \sin \theta}{d t^2} \Sigma m x_1 + \frac{d^2 \cos \theta}{d t^2} \Sigma m y_1, \\ R &= \Sigma - Z \\ \frac{d^2 \theta}{d t^2} &= \frac{\Sigma (Y x - X y)}{\Sigma m (x_1^2 + y_1^2)} = \frac{\Sigma (Y x - X y)}{\Sigma m r^2} \\ q &= \frac{\Sigma (Z y - Y z) + \frac{d^2 \sin \theta}{d t^2} \Sigma m x_1 z_1 + \frac{d^2 \cos \theta}{d t^2} \Sigma m y_1 z_1}{Q} \\ p &= \frac{\Sigma (X z - Z x) + \frac{d^2 \cos \theta}{d t^2} \Sigma m x_1 z_1 - \frac{d^2 \sin \theta}{d t^2} \Sigma m y_1 z_1}{P} \end{aligned} \right\} [36]$$

$$\begin{aligned} (d) \quad &\Sigma (Y x_1 \cos \theta - Y y_1 \sin \theta) - \\ &m \Sigma \left(x_1^2 \cos \theta \frac{d^2 \sin \theta}{d t^2} + x_1 y_1 \cos \theta \frac{d^2 \cos \theta}{d t^2} - \right. \\ &\left. x_1 y_1 \sin \theta \frac{d^2 \cos \theta}{d t^2} - y_1^2 \sin \theta \frac{d^2 \cos \theta}{d t^2} \right) - \\ &\Sigma (X x_1 \sin \theta + X y_1 \cos \theta) + m \Sigma \left(x_1^2 \sin \theta \frac{d^2 \cos \theta}{d t^2} - \right. \\ &\left. x_1 y_1 \sin \theta \frac{d^2 \cos \theta}{d t^2} + x_1 y_1 \cos \theta \frac{d^2 \cos \theta}{d t^2} - \right. \\ &\left. y_1 \cos \theta \frac{d^2 \sin \theta}{d t^2} \right) = \Sigma Y x_1 \cos \theta - \Sigma Y y_1 \sin \theta - \\ &m \Sigma x_1^2 \cos \theta \frac{d^2 \sin \theta}{d t^2} - m \Sigma x_1 y_1 \cos \theta \frac{d^2 \cos \theta}{d t^2} + \\ &m \Sigma x_1 y_1 \sin \theta \frac{d^2 \sin \theta}{d t^2} + m \Sigma y_1^2 \sin \theta \frac{d^2 \cos \theta}{d t^2} - \\ &\Sigma X x_1 \sin \theta - \Sigma X y_1 \cos \theta + m \Sigma x_1^2 \sin \theta \frac{d^2 \cos \theta}{d t^2} - \\ &m \Sigma x_1 y_1 \sin \theta \frac{d^2 \sin \theta}{d t^2} + m \Sigma x_1 y_1 \cos \theta \frac{d^2 \cos \theta}{d t^2} - \\ &m \Sigma y_1^2 \cos \theta \frac{d^2 \sin \theta}{d t^2} = \cos \theta \Sigma Y x_1 - m \Sigma x_1^2 \cos^2 \theta \frac{d^2 \theta}{d t^2} + \\ &m \Sigma x_1^2 \sin \theta \cos \theta \left(\frac{d \theta}{d t} \right)^2 + m \Sigma x_1 y_1 \cos^2 \theta \left(\frac{d \theta}{d t} \right)^2 + \\ &m \Sigma x_1 y_1 \sin \theta \cos \theta \frac{d^2 \theta}{d t^2} - \Sigma X y_1 \cos \theta + m \Sigma x_1 y_1 - \\ &\quad \Sigma X y_1 \cos \theta - m \Sigma y_1^2 \cos^2 \theta \frac{d^2 \theta}{d t^2} + \\ &m \Sigma y_1^2 \sin \theta \cos \theta \left(\frac{d \theta}{d t} \right)^2 - \Sigma Y y_1 \sin \theta - \Sigma X x_1 \sin \theta + \\ &m \Sigma y_1^2 \sin \theta \cos \theta \left(\frac{d \theta}{d t} \right)^2 - m \Sigma y_1^2 \sin^2 \theta \frac{d^2 \theta}{d t^2} - \\ &m \Sigma x_1^2 \sin \theta \cos \theta \left(\frac{d \theta}{d t} \right)^2 - m \Sigma x_1^2 \sin^2 \theta \frac{d^2 \theta}{d t^2} = \\ &\cos \theta (\Sigma Y x_1 - \Sigma X y_1) - \cos^2 \theta \frac{d^2 \theta}{d t^2} (m \Sigma x_1^2 + \\ &m \Sigma y_1^2) - \sin \theta (\Sigma Y y_1 + \Sigma X x_1) - \sin^2 \theta \frac{d^2 \theta}{d t^2} (m \Sigma y_1^2 + \end{aligned}$$

(Sigue la nota.)

representado por $r, r' \dots$ las distancias de los puntos $m, m' \dots$ al eje de las Z .

Los valores P y Q se simplifican, si se observa que siendo $\sum m x_1$ y $\sum m y_1$ las sumas de los momentos de los puntos materiales con relacion á los planos de las $(Y_1 Z_1)$ y de las $(X_1 Z_1)$ la segunda suma es cero, por estar el centro de gravedad contenido en el plano segundo, y la primera se transforma en $m h$, representando por m la masa total del sistema y por h la distancia del centro de gravedad al eje. Las tres primeras ecuaciones se reducen á

$$\left. \begin{aligned} P &= -\sum X + m h \frac{d^2 \cos \theta}{d t^2} \\ Q &= -\sum Y + m h \frac{d^2 \sin \theta}{d t^2} \\ R &= -\sum Z \end{aligned} \right\} [37]$$

En cuanto á las tres últimas, notemos que $\sum (Y x - X y)$, $\sum (X z - Z x)$ y $\sum (Z y - Y z)$ no son mas que las sumas de los momentos de las fuerzas motrices con relacion á los ejes de las (Z, Y, X) ; es decir, las sumas de los productos de los componentes de las fuerzas estimadas normalmente al eje; designándolas por U'', U', U , las tres últimas ecuaciones se convierten (teniendo en cuenta las reducciones hechas en los valores de P y Z) en

$$\left. \begin{aligned} \frac{d^2 \theta}{d t^2} &= \frac{U''}{\sum m r^2} \\ p &= \frac{U' - \frac{d^2 \cos \theta}{d t^2} \sum m z_1 x_1 + \frac{d^2 \sin \theta}{d t^2} \sum m z_1 y_1}{\sum X - m h \frac{d^2 \cos \theta}{d t^2}} \\ q &= \frac{U + \frac{d^2 \sin \theta}{d t^2} \sum m z_1 x_1 + \frac{d^2 \cos \theta}{d t^2} \sum m z_1 y_1}{-\sum Y + m h \frac{d^2 \sin \theta}{d t^2}} \end{aligned} \right\} [38]$$

Considerando ahora el caso de que las fuerzas se reduzcan á la gravedad, que obra sobre un cuerpo sujeto á girar alrededor de un eje horizontal, que suponemos fijo, tendremos que la fuerza aplicada al punto m es $m g$, y si se toma horizontal el plano de las (X, Z) , siendo las coordenadas del punto $m (x, y, z)$; el momento de la fuerza $m g$ con relacion al plano (Y, Z) será $m g x$; se tiene pues

$$\frac{d^2 \theta}{d t^2} = \frac{\sum m g x}{\sum m r^2} = g \frac{\sum m x}{\sum m r^2} [39]$$

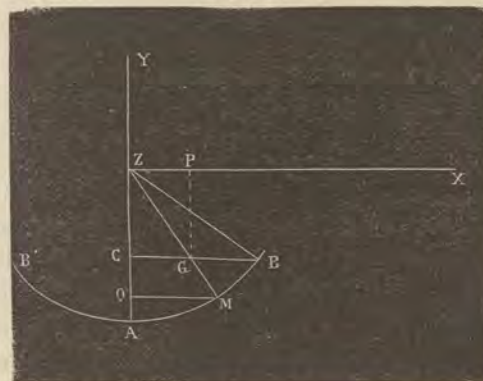
$$\begin{aligned} m \sum x_1^2 &= \sum Y (x_1 \cos \theta - y_1 \sin \theta) - \sum X (y_1 \cos \theta + x_1 \sin \theta) - \frac{d^2 \theta}{d t^2} (m \sum x_1^2 + m \sum y_1^2) = \sum (Y x - X y) - \\ &\frac{d^2 \theta}{d t^2} m \sum (x_1^2 + y_1^2) = 0. \end{aligned}$$

Si el cuerpo es continuo y se compone de un número indefinido de elementos yustapuestos, le dividiremos en ellos, y representando por $d m$ uno cualquiera de estos elementos, y por r su distancia al eje de rotacion, los productos $m r^2, m x$ se trasformarán en $r^2 d m, x d m$, y las sumas $\sum m x, \sum m r^2$ en $\int x d m, \int r^2 d m$; sustituyendo en la igualdad anterior estos valores, tendremos

$$\frac{d^2 \theta}{d t^2} = \frac{g \int x d m}{\int r^2 d m} = \frac{g m x}{\int r^2 d m} = \frac{g X}{h^2 + k^2} [40]$$

representando por m la masa del cuerpo, por X la abscisa $Z P$ de su centro de gravedad G , por $m k^2$ el momento de inercia con relacion á una recta que pasa por el centro de gravedad paralelamente al eje de rotacion, y por h la distancia $G Z$ del centro de gravedad al eje (fig. 3.^a) (e).

Figura 3.^a



(e) La integral $\int r^2 d m$ representa la suma de los productos de todos los elementos del cuerpo por el cuadrado de sus distancias al eje de rotacion, y se ha llamado *momento de inercia del cuerpo con relacion á este eje*; porque es el coeficiente que entra en la expresion de la suma de los momentos de las fuerzas de inercia con relacion al eje. Para calcular su valor se concebirá dividida la masa en paralelepípedos infinitamente pequeños por medio de planos paralelos á los coordenados y distantes unos de otros $d x_1, d y_1, d z$: el volúmen de uno de estos prismas está representado por $d x. d y. d z$; su masa por $\rho. d x. d y. d z$, llamando ρ la densidad de este elemento; y el momento de inercia del cuerpo por $\int \rho r^2 d x. d y. d z$, ó mejor, por la triple integral

$$\int \int \int \rho r^2 d x. d y. d z,$$

extendida á las dimensiones del cuerpo entero. Si la densidad es la misma para todos los elementos y se toma el momento de inercia con relacion al eje de las z , la distancia r es igual á $\sqrt{x^2 + y^2}$, y la expresion anterior se transforma en

$$\rho \int \int \int (x^2 + y^2) d x. d y. d z = \rho \int d z \int d y \int (x^2 + y^2) d x.$$

Los límites de cada una de estas integrales deben tomarse de modo que abarquen el cuerpo entero.

(Sigue la nota.)

Como el ángulo G Z X es el que hemos designado por θ , el triángulo rectángulo G Z P da

$$X = h \cos \theta;$$

se tiene, pues, para ecuacion diferencial del movimiento del cuerpo

$$\frac{d^2 \theta}{dt^2} = \frac{g h}{h^2 + k^2} \cos \theta. \quad [41]$$

Multiplicando los dos miembros por $2 d\theta$, é integrando, tenemos

$$\left(\frac{d\theta}{dt}\right)^2 = \frac{2 g h}{h^2 + k^2} \sin \theta + C$$

y determinando la constante por la condicion de anularse la velocidad angular $\frac{d\theta}{dt}$ cuando θ se hace igual á α ,

$$\left(\frac{d\theta}{dt}\right)^2 = \frac{2 g h}{h^2 + k^2} (\sin \theta - \sin \alpha). \quad [42]$$

Otra forma más conocida puede darse á esta ecuacion diferencial, teniendo presente que, como cada punto del cuerpo debe describir un arco de círculo cuyo centro está en el eje de giro, si se considera un punto M colocado en la perpendicular bajada desde el centro de gravedad al eje, á una distancia del mismo M Z = h' , y además representamos por z la altura vertical A q del punto M sobre el A en una época cualquiera, y por a la altura A C en la posición inicial B de M, ó cuando el ángulo B Z X es α , se tiene

$$\left. \begin{aligned} \sin \theta &= \frac{Z q}{Z M} = \frac{h' - z}{h'} \\ \sin \alpha &= \frac{Z C}{Z B} = \frac{h' - a}{h'} \end{aligned} \right\} \quad [43]$$

Conocido el momento de inercia con relacion á un eje, puede facilitarse el medio de hallarle con relacion á otro por medio de algunos teoremas que se demuestran en la *Mecánica racional* (véase la de Timmermans, capítulo XVII, § 147); pero el que nos conviene ahora para el caso que nos ocupa es el que dice que: *El momento de inercia con relacion á un eje cualquiera es igual al momento de inercia con relacion á uno paralelo que pase por el centro de gravedad, aumentado en el momento de inercia con relacion al eje dado del cuerpo entero, supuesto concentrado en este punto.*

Segun este principio, representando por $m k^2$ el momento de inercia con relacion al eje, que pasa por el centro de gravedad, y por h la distancia del eje paralelo, el momento de inercia con relacion á este es

$$m k^2 + m h^2 = m (k^2 + h^2).$$

de donde se deduce por diferenciacion

$$d\theta = \frac{-dz}{h' \cos \theta} = \frac{-dz}{h' \sqrt{1 - \sin^2 \theta}} = \frac{-dz}{\sqrt{2 h' z - z^2}}; \quad [44]$$

sustituyendo este valor de $d\theta$ y el de la diferencia

$$\sin \theta - \sin \alpha = \frac{h' - z}{h'} - \frac{h' - a}{h'} = \frac{a - z}{h'}, \quad [45]$$

en la ecuacion diferencial del movimiento [42], ésta toma la forma

$$\pm \frac{dz}{\sqrt{2 h' z - z^2}} = dt \sqrt{\frac{2 g h}{h^2 + k^2}} \times \sqrt{\frac{a - z}{h'}};$$

de donde

$$dt = \pm \sqrt{\frac{h^2 + k^2}{2 g h}} \cdot \frac{dz}{\sqrt{2 h' z - z^2} \sqrt{\frac{a - z}{h'}}} \quad [46]$$

que equivale á

$$dt = \pm \sqrt{\frac{h^2 + k^2}{4 g h}} \cdot \frac{dz}{\sqrt{a z - z^2} \sqrt{1 - \frac{z}{2 h'}}} \quad [47]$$

pasando el z y el h' de uno á otro radical del denominador y sacando el 2 del primer factor comun, que introducimos en el denominador del coeficiente.

En vez de integrar esta diferencial, comparémosla con la que hemos encontrado en el capítulo I, § I, para el movimiento de un péndulo simple de longitud l , á saber:

$$dt = \pm \sqrt{\frac{l}{4 g}} \cdot \frac{dz}{\sqrt{1 - \frac{z}{2 l}} \sqrt{h z - z^2}}; \quad [15]$$

se ve que el movimiento del punto M (fig. 3.^a) de nuestro cuerpo, será idénticamente el mismo que el de la extremidad del péndulo simple de longitud l , si se tiene

$$l = h' = \frac{h^2 + k^2}{h}; \quad [48]$$

de donde resulta que en un cuerpo pesado, atravesado por un eje fijo, existe en la perpendicular bajada desde el centro de gravedad al eje un cierto punto M distante de dicho eje $\frac{h^2 + k^2}{h}$, cuyo movimiento es idénticamente el mismo que tomaria un péndulo simple de una longitud igual á $\frac{h^2 + k^2}{h}$, es decir, que el punto M del

cuerpo oscila de la misma manera que si estuviera solo y se concentrase en él la masa de todo el cuerpo.

Pues que la duracion de las oscilaciones sumamente pequeñas de un péndulo simple de una longitud l es $\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$, la duracion de las del cuerpo alrededor del eje es igual á

$$\pi \sqrt{\frac{h + \frac{k^2}{h}}{g}} \quad [49]$$

El punto M, que acabamos de determinar, se llama *centro de oscilacion* del cuerpo, y el cuerpo que oscila alrededor del eje fijo toma el nombre de *péndulo compuesto* ó *péndulo fisico*.

Se ve que el centro de oscilacion de un péndulo compuesto es el punto en que se puede concebir concentrada la masa del cuerpo, sin que la duracion de las oscilaciones se altere. El pié Z de la perpendicular bajada desde el centro de gravedad sobre el eje se llama *centro de suspension*.

El centro de oscilacion goza de la notable propiedad de que, *si se hace oscilar el péndulo alrededor de una recta paralela al eje de suspension y que pase por el centro de oscilacion, la duracion de las oscilaciones del nuevo péndulo será la misma que la del primero*; ó en otros términos el centro de oscilacion del nuevo péndulo coincidirá con el de suspension del primero. Con efecto, se ha visto que designando por h la distancia G Z y por $m k^2$ el momento de inercia del cuerpo con relacion á una paralela al eje que pase por el centro de gravedad, la distancia M Z está representada por $h + \frac{k^2}{h}$, es decir, que el centro de oscilacion está colocado al otro lado del centro de gravedad y á una distancia igual á k^2 dividido por G Z, ó sea la distancia del centro de gravedad al de suspension; pero si se toma el punto M por el de suspension, el centro de oscilacion correspondiente estará tambien al otro lado del centro de gravedad á una distancia expresada por k^2 dividido por M G ó $\frac{k^2}{l}$; esta distancia es, pues, igual á l , es decir, que corresponde al punto Z. Esta propiedad se enuncia diciendo que *los centros de suspension y de oscilacion son reciprocos*.

Como la duracion de una oscilacion está dada por $\pi \sqrt{\frac{h^2 + k^2}{g h}}$, se ve que las oscilaciones de un mismo péndulo tienen igual duracion para todos los ejes de suspension paralelos entre sí ó igualmente distantes del centro de gravedad.

Se puede deducir experimentalmente el valor del momento de inercia de un cuerpo con relacion á un

eje, de la duracion de las oscilaciones de este cuerpo alrededor del eje; porque si T es esta duracion, se tendrá

$$T = \pi \sqrt{\frac{h^2 + k^2}{h g}}$$

de donde

$$h^2 + k^2 = \frac{T^2 h}{\pi^2} g \quad [50]$$

y representando por m la masa del cuerpo y por P su peso

$$m h^2 + m k^2 = \frac{T^2 h}{\pi^2} P, \quad [51]$$

en cuya fórmula el primer miembro es el momento de inercia buscado y h la distancia del centro de gravedad al eje de suspension, cuya distancia es fácil determinar por experiencia, como veremos mas adelante (*).

(Se continuará.)

JUAN SANCHEZ Y MASSIÁ,
Ingeniero de Minas.

EXTRACCION DE BUQUES SUMERGIDOS.

I.

1. *Extraccion de buques en la proximidad de la costa.*—El complemento de los artículos publicados en esta Revista, sobre salvamento de buques, debe ser la descripcion de los medios aplicados para extraer los que se han ido á pique. Entre los procedimientos aplicados, no figurarán algunos, propuestos, aunque no ensayados, que tienen mas de ingeniosos que de prácticos, como de los que pudiéramos llamar *diques-tenazas* de Sandfiel, ó las torres de Halpin, por mas que sus inventores gocen de una justa fama, como ingenieros, y sea el último de ellos quien llevó á cabo la extraccion del Edith, la mas notable, acaso, de las verificadas en estos últimos años.

Tampoco entraremos en detalles acerca de la construccion de los aparatos, ni de los cálculos relativos á la resistencia que debe darse á cada una de sus partes. Son, despues de todo, cálculos sencillos que están

(*) Cuando escribimos esta parte nos proponíamos reunir en una sola obra toda la teoría del péndulo, que tenemos muy adelantada, pero no concluida, y de que se han ocupado muchos autores. En los capítulos iv y v hubiéramos desarrollado lo que decimos en el texto.

al alcance de cualquier ingeniero. El peso que hay que levantar es conocido; lo es también la repartición de las cargas, y si no hubiese más que tomar en cuenta, el problema quedaría planteado y resuelto en términos claros y precisos. Pero, desgraciadamente, hay una indeterminada muy importante, que á veces duplica el esfuerzo necesario para la suspensión, la adherencia del barco con la arena ó fango en donde está enterrado; resistencia que crece rápidamente con el tiempo que media entre el naufragio y la extracción.

Dos casos se presentan en la extracción de buques sumergidos: es el primero, cuando el buque ha sido lanzado á la playa por los golpes de mar, y queda en seco en marea baja: el otro, y el más difícil de todos, cuando el naufragio se verifica distante de la costa, y en agua profunda. Expongamos ligeramente, cómo conviene proceder en el primer caso, para tratar luego, con más detalles, el segundo.

En ambos conviene aligerar el buque, sacando cuanto sea posible de su cargamento, así como de la maquinaria, jarcias y masteleros; en una palabra, se adoptarán cuantas disposiciones contribuyan á aligerar el buque, y á facilitar la maniobra de ponerlo á flote. Es también conveniente, en todos los casos, pero más especialmente cuando ha varado en la costa, activar las maniobras de salvamento, antes que la mar, rompiendo contra el buque náufrago, lo destruya ó lo deje en condiciones que lo hagan inservible.

La segunda operación, que también se refiere á todos los casos, consiste en reconocer el buque, tapar cuantas vías de agua sea dado, abriendo al mismo tiempo, cuando el buque queda en seco, rumbos que dejen entrar y salir el agua durante las mareas, hasta el momento de ponerlo á flote. En seguida, se llena el buque con pipería vacía, á la cual se abren dos agujeros, para que el agua entre y salga, y no mueva los toneles en el interior de la bodega. Con esto se consigue, además, cuando el naufragio ocurre en una costa de arena, y el buque está quebrantado, impedir que las arenas ocupen la bodega. Las aberturas inferiores se cierran por medio de un tapon enfilado en una varilla (Lám. 1.^a fig. 1.^a); apretándola contra el fondo, y tirando luego de ella, queda el tapon sujeto. Las aberturas superiores se cierran á mano, con tapones que se enlodan con arcilla, para hacerlos impermeables al agua. Conviene dejar abiertos, como lastre, algunos toneles, para mantener bajo el centro de gravedad.

Con objeto de disminuir la cantidad de pipería necesaria para hacer flotar el buque, y en el caso de haber conseguido tapar las vías de agua, en todo ó en parte, se forman en la sala espacios vacíos, ó cajones flotantes que se hacen estancos. Si esto no fuese posible, no queda otro recurso que el de acudir á la pipe-

ría y á los sacos impermeables llenos de aire, á la madera y otros cuerpos más ligeros que el agua. A falta de estos recursos, se ha usado también la paja ó heno, bien prensados y sujetos, si no hay material bastante para llenar la bodega, con tablonés y maderos.

También se ha empleado la paja para limpiar de arena y levantar un buque enarenado. Se abre un pozo al costado del buque, por el lado en que está tumbado, cuyo pozo se convierte en un foso, ya prolongándolo á brazo; ya, mejor todavía, achicando con una bomba el agua que afluye al pozo, lo que establece una corriente, que escava la arena. Este foso se llena con haces de paja bien apisonados, cubriéndolos con la arena extraída. Cuando la marea cubre la paja, esta se hincha, levanta el buque de su cama, y la arena, así de dentro como de fuera, cae y llena el fondo del foso. Se saca luego la paja, se secan los haces, y se repite la operación hasta que, poco á poco, el buque se levanta, y la arena desciende. La poca que queda dentro del buque, se extrae luego fácilmente.

La arena que penetra en el interior de los buques náufragos, en este género de playas, es una de las mayores dificultades con que se lucha, en especial, cuando no hay medio de tapar las aberturas por donde la arena entra mezclada con el agua. Conviene entonces cerrar, al subir la marea, las aberturas que se dejaron al barco, abriéndolas en el reflujó, cuando exista una diferencia marcada entre el nivel interior y el exterior. La corriente, de dentro á fuera, arrastra la arena y limpia la bodega.

Si estos medios no son suficientes, ó si el buque ha sido llevado por los golpes de mar á una altura tal que no es posible ponerlo á flote, se aplican al costado camellos ó pipería que aumenten el poder de flotación; y cuando ni esto tampoco da resultado, no queda otro recurso que el empleo de los medios mecánicos, levantando el buque hasta lograr colocarlo sobre una especie de grada, para botarlo al mar, ó hasta un sitio en donde sea posible aplicar los medios ya descritos. También, en algunos casos, se han abierto, alrededor del buque, fosos bastante profundos para que flote en ellos á marea alta.

Las dificultades son mayores cuando el naufragio ocurre en un mar donde las mareas no se hacen sentir, ó se hacen sentir muy poco, lo que obliga, con mucha frecuencia, á emplear los procedimientos más costosos que describiremos en el segundo caso.

Para enderezar un buque tumbado, se aplican, al costado que descansa sobre la playa, todos los medios de flotación disponibles, llevando el lastre al opuesto. Cuando el barco obedece á la acción de los flotadores, debe apuntalarse para que no tumbe de nuevo.

Si el barco ha encallado con la quilla al sol, la operación es en extremo difícil, aun disponiendo de un punto fijo en tierra. Se pasan varios cables por debajo

del buque y se amarran á los aparejos en sentidos encontrados; es decir, los cabos de babor á estribor y viceversa. Se guarnece el lado que se quiere levantar primero (el de babor, por ejemplo,) con pipería, camellos y demas medios de aumentar el poder de flotacion, para ayudar á los esfuerzos de los aparejos. A medida que el buque se levanta de babor, se templan los aparejos cargando sobre estribor, y cuando apoya sobre estribor se temple rápidamente por todas partes, lo que obliga á inclinarse á babor, y á estribor á levantarse; y, cuando el equilibrio se rompe, el buque se endereza por sí solo.

Cuando no hay medio de encontrar un punto fijo en tierra, se busca en un cuerpo flotante, como en otros buques, pontonas, barcas, etc.

2. *Extraccion de buques en agua profunda.*—Los medios que describiremos para la extraccion de los buques sumergidos en agua profunda, tienen tambien aplicacion, en muchas ocasiones, al caso anterior, siendo este el motivo de haberlo tratado mas ligeramente, limitándonos muchas veces á simples indicaciones, que ahora recibirán su complemento.

Muchas son las condiciones que influyen en la facilidad, y hasta en la posibilidad de la extraccion de un buque sumergido, y de los medios aplicados á su extraccion. La profundidad es un elemento importantísimo, y en ocasiones hasta decide de la posibilidad ó conveniencia de llevar á cabo la extraccion, y casi siempre de los medios que para ello deban emplearse. Como la extraccion de los buques, sumergidos en grandes profundidades, solo puede verificarse con el auxilio de aparatos de bucear, fija á la profundidad, el ingeniero Valle, en la Memoria escrita relativa á salvamento de buques, el límite de 15 metros, y dice que de 15 á 20 ya el operario siente un malestar que no le permite trabajar con concierto, y menos si ha de desarrollar algun esfuerzo muscular. A pesar de la opinion autorizada que citamos, son muy numerosos los salvamentos, así como los trabajos de distinto género practicados á mayores profundidades. Hemos visto trabajar durante ocho horas, en excavaciones, á la profundidad de 20 metros, sin sentirse molestado el trabajador; y no nos extraña el hecho citado por Cabirol, de poder resistir, durante media hora, en la profundidad de 48 metros. Y por último, en las fundaciones por medio del aire comprimido, los operarios resisten bien una presion de cuatro atmósferas, que, rebajando una, equivale á una carga de agua próximamente de 30 metros.

Las corrientes y la marejada son obstáculos que dificultan la extraccion; las primeras molestan mucho á los buzos, al paso que la otra, si no hay mar de fondo, no se hace sentir á gran profundidad.

Por último, la adherencia al suelo y la arena que se acumula alrededor del buque y penetra en su interior, son un tercer elemento, acaso el mas impor-

tante en muchos casos. Era tanta la arena que las corrientes acumulaban en el buque francés *Glauc et Noemi*, encallado en la ria de Avilés, que toda la extraida en un dia se encontraba al siguiente reemplazada, á pesar de haberse practicado aberturas en el buque para que las corrientes limpiasen la arena. El *Duguesclin*, buque de guerra náufrago en el puerto de Brest, encalló en la arena tan fuertemente y esta se acumuló á su alrededor en tal abundancia, que hizo imposible la extraccion, volándolo para sacarlo en pedazos. Otro tanto sucedió con el *Royal Georges*, el vapor *Génova* en el puerto de Málaga, y el *Nada* en la desembocadura del Loire.

Vemos, pues, que no es solo el peso del buque lo que determina el esfuerzo que debe aplicarse en la extraccion, siendo aquel, en muchas ocasiones, la parte mínima. El esfuerzo depende de la naturaleza del fondo, profundidad en que ha naufragado el barco, posicion, estructura, y otras mil circunstancias que varian en cada caso.

En la extraccion de un buque náufrago en agua profunda, deberá, como en el primer caso que antes examinamos, sacarse del buque, por medio de buzos, cuanto sea posible de la carga, maquinaria y efectos, para facilitar, de este modo, las operaciones: la mas difícil de todas consiste en embragar bien el barco por medio de cadenas, cables de alambre ó cuerdas que se pasan por debajo de la quilla. Cuando es posible, se colocan dos, por lo menos, una á proa y otra á popa; pero conviene pasar por debajo del buque cuantas se pueda para que el barco tenga el mayor número de puntos de apoyo. Este embrague es fácil en un naufragio reciente, que no ha dado tiempo á la arena para acumularse alrededor del barco; pero á poco que se retrase, ya la operacion presenta serias dificultades, como las que ofreció la extraccion del vapor *Génova*. Todos los cabos se amarran á boyas para encontrarlos en el momento de practicar el salvamento. (Extraccion del *Vanguard*.)

Ademas de estas amarras, ó cuando otra cosa no sea posible, se sujetan las cadenas á maderos atravesados en las escotillas (*Mississippi*). En la extraccion del *Euridice*, además de dos gruesos cables de alambre que se pasaron por proa y popa, y de otros auxiliares, se introdujeron en las portas maderos de forma octagonal, de 1^m,83 de largo y 0^m,31 de grueso. Se procura ademas buscar puntos de resistencia para enganchar las cadenas, como las portas (*Euridice* y *Wolf*), el bauprés (vapor *Génova*), ó se abren agujeros debajo de los maderos resistentes que forman el esqueleto del barco. (*Edith*.)

M. Austin ha propuesto el siguiente medio de pasar una cadena por debajo de un buque muy encallado en la arena. Se rodea el buque con una cadena *cc* (figura 3.^a), y por uno de sus anillos *a* se

hace pasar otra *bb*, á cuyas extremidades se colocan dos boyas, para que la fuerza ascensional venza la resistencia de la arena. Dudamos del buen éxito de la operacion, porque en el resbalamiento de la cadena á lo largo de la roda, se utiliza solo la componente en el sentido de ella, muy débil por ser poco oblicua; al paso que la componente normal, y por tanto, el rozamiento que ha de vencer, crece con el esfuerzo de la boya sobre la cadena y contra la roda.

Más factible encontramos el medio que propone M. Halpin. Un pilote de forma especial (fig. 4.^a) se clava lo más cerca posible de la roda (fig. 5.^a), pasando previamente por la garganta un cabo *a* de alambre, que se introduce con el pilote dentro de la arena hasta una profundidad mayor que la de la quilla del buque. Se arranca el pilote, el cual suelta el cable que permanece enterrado (figura 5.^a), y tirando de los dos cabos por dos remolcadores, pasa la amarra por debajo del buque.

También se suelen buscar puntos de amarra en una cadena rodeando el buque: conviene establecerla, aun en el caso de pasar las amarras por debajo de la quilla, para ligar con otras transversales, en la forma que indica la figura 2.^a Para sujetar la cadena, cogen dos buques las extremidades: los buques se mueven adelante y atrás, hasta que la cadena tropieza con la roda; entonces se corre la cadena hasta la popa, en donde se unen los dos cabos: se pasa por ellos un anillo elíptico, con un peso para que resbale fácilmente, y sujete los dos cabos en la popa. Se tesan luego los ramales y se ponen otros intermedios, atados á los eslabones de la cadena, á cuyas extremidades se fijan los flotadores.

Son muchos los sistemas mecánicos propuestos para enganchar al buque naufrago; desgraciadamente, si demuestran el ingenio de los inventores, no descubren cualidades prácticas para la aplicacion. El más factible de todos son unas tenazas articuladas colosales (fig. 6.^a), análogas á las usadas en las dragas de Morris, de tenaza, y maniobradas de la misma manera. Las cadenas *aa* son las de suspension cuando la tenaza baja abierta para enganchar al buque; las *bb*, son las elevatorias para suspender el buque. La figura representa las tenazas en las dos posiciones. Se han inventado, segun antes dijimos, otras parecidas, pero adheridas á un dique flotante y de un manco poco cómodo.

Pasadas las cadenas, y teniendo puntos resistentes en el buque, la operacion queda reducida á disponer de una fuerza capaz de vencer todas las resistencias; si esto se logra, la extraccion se lleva á cabo; si nó, el buque permanecerá sumergido hasta que los temporales lo destruyan.

3. *Medios mecánicos.*—Los medios se pueden clasificar en dos grupos; los mecánicos y los neumáticos. Consisten los primeros en aplicar una fuerza cualquie-

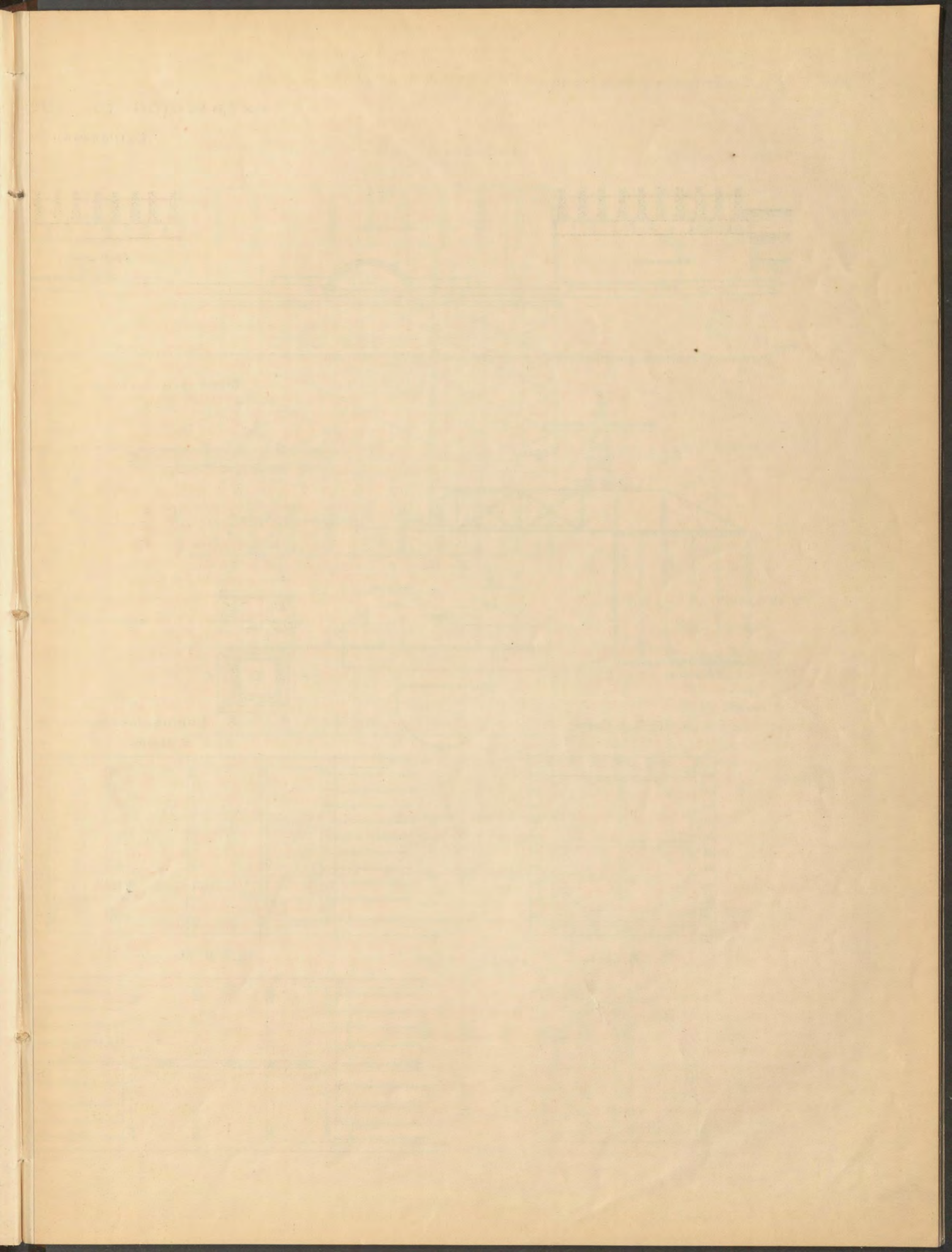
ra, la del vapor, la de los animales, etc., á arrancar el buque de su asiento, suspenderlo y elevarlo. Los medios neumáticos se fundan en la aplicacion de flotadores, cualquiera que sea su especie. Cuando el buque ha naufragado en un puerto de mareas, se utiliza el ascenso de esta para levantar el buque naufrago, sin que esta fuerza entre por nada en el coste de la operacion; y es tanto más poderosa, cuanto más extensa es la marea.

Cuando el naufragio ha ocurrido en agua tranquila y de poca profundidad, la extraccion es fácil. Para poner á flote el *Mississippi*, buque de 500 toneladas de peso, incluso el cargamento, que se fué á pique en el Ródano, se estableció un andamio sobre pilotaje, clavado alrededor del barco, encima del cual se colocaron (fig. 7.^a) 12 husillos de 0^m,19 de diámetro y 2^m,60 de longitud. Se embragó el buque por proa y popa con un cable de alambre, agregando otros cabos sujetos á maderos atravesados en las escotillas, cuyos extremos iban á engancharse en los husillos; y haciéndolos trabajar á la vez, arrancaron el buque del fondo, y lo elevaron á la superficie del agua, en donde fué ya fácil achicar y poner el buque á flote. Como la rosca del husillo solo tenía un metro de longitud, era preciso suspender, de tiempo en tiempo, la operacion: entonces, cuando el tornillo llegaba á la extremidad de su carrera, se enganchaban las cadenas á puntos fijos en el andamio, se bajaba el husillo cuanto permitia la rosca, se enganchaba, de nuevo, en otro eslabon más bajo, se elevaba otro metro, y así se continuó hasta terminar la extraccion.

El *Clio*, buque de hierro de 1 500 toneladas de porte, con compartimientos de agua, y máquina de 130 caballos, naufragó en un día de niebla del mes de Diciembre de 1866, en Pjand, en las costas occidentales de Jutlandia. Sus dimensiones eran 71^m,30 de eslora, 9^m,15 de manga y 5^m,27 de puntal. Encalló en una arena viva, descubierta en baja mar, con una profundidad de cinco metros en la popa y dos en la proa.

Antes de dar principio al salvamento, el buque quedó abandonado durante diez y seis meses. Se principió, como en el ejemplo anterior, por establecer alrededor de él una plataforma, que fué necesario reponer repetidas veces, por haberla destruido los temporales. Encima de ella se colocaron 40 romanas alternadas con 50 husillos. Las palancas de las romanas tenían 12 metros de largo, y el brazo corto, del cual se suspendia el buque, 1^m,50; es decir, que la relacion entre ambos brazos era de 1 á 7. Del brazo largo se suspendia la carga ó contrapeso que elevaba el buque 0^m,60 de cada vez.

Después que el buque salió á flote, se taparon todas las vías de agua que fué posible, y se achicó con bombas movidas por un molino de viento. Cuando se elevó



EXTRACCION DE BUQUES SUMERGIDOS

Extraccion del Edith.

Figs 2, 3 y 4 Flotadores, vigas y andamios.

Fig. 10 y 11 Gancho de suspension.

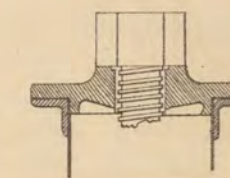
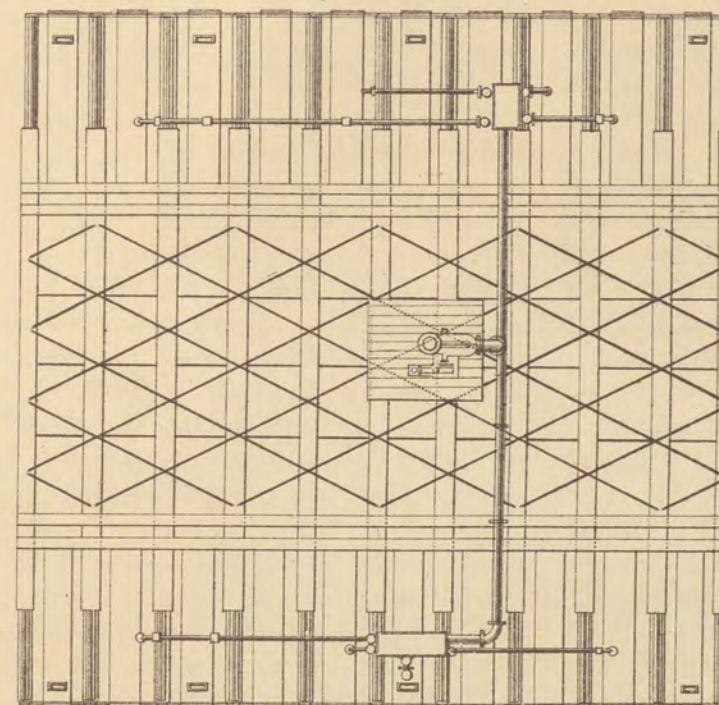
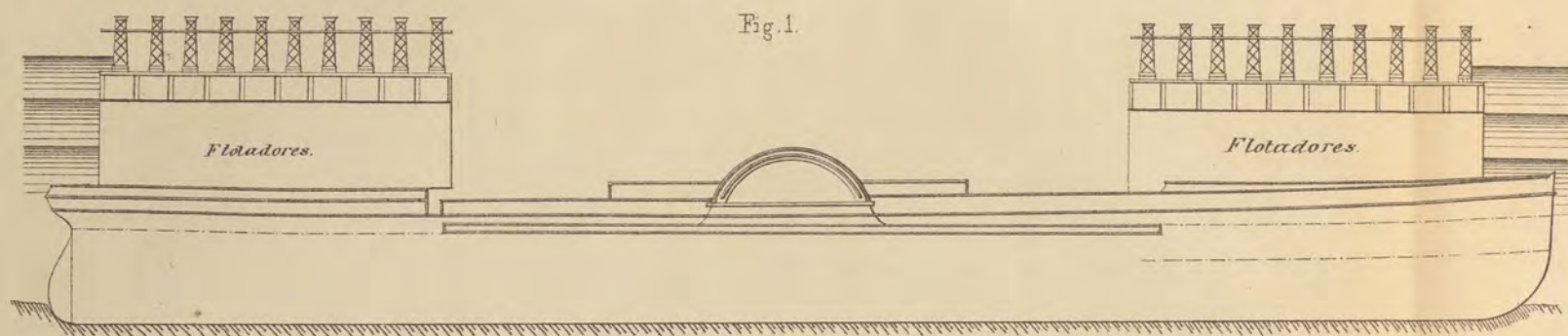


Fig 10 Corte.



Fig 11 Planta.

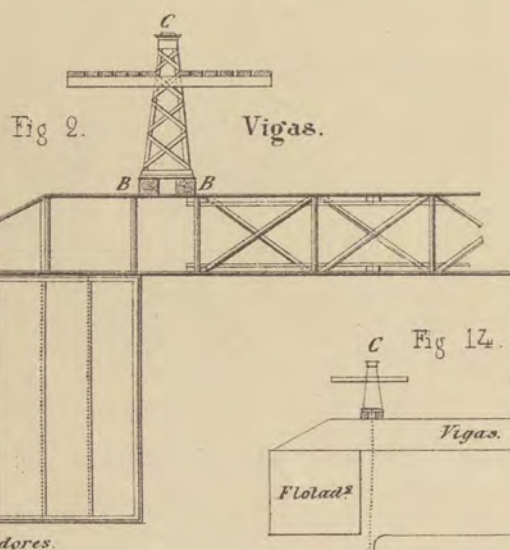
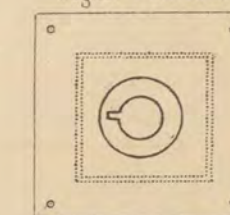
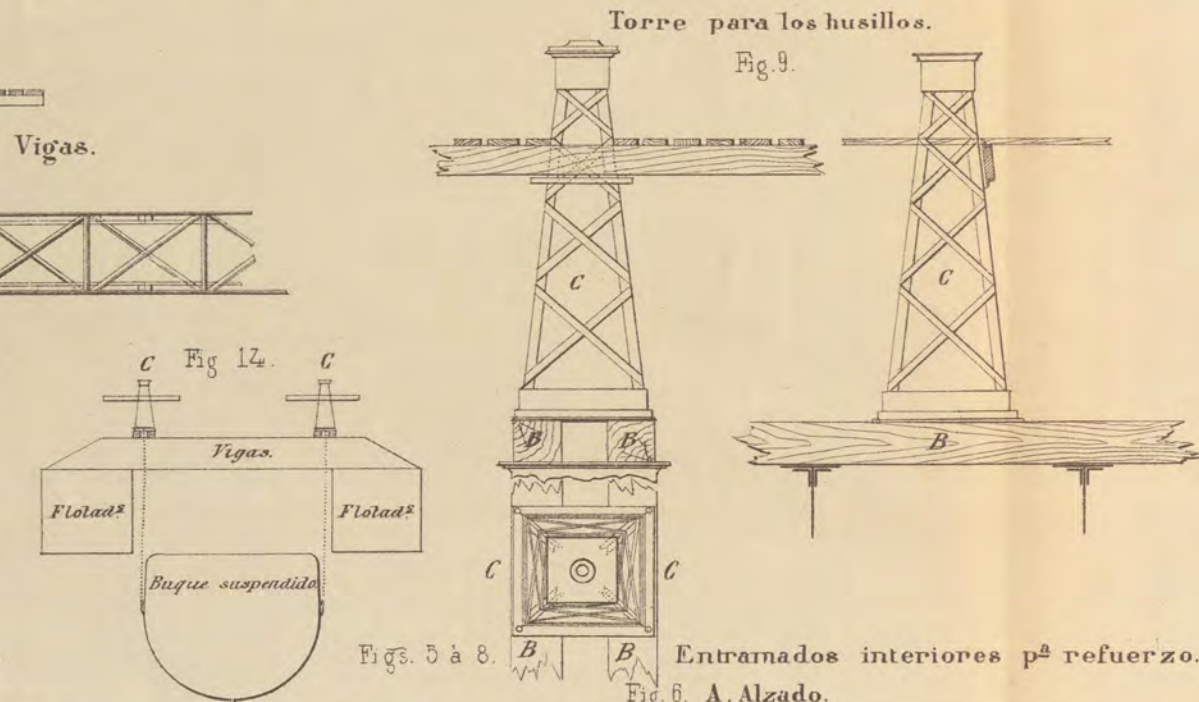


Fig 2.



Torre para los husillos.

Fig 9.

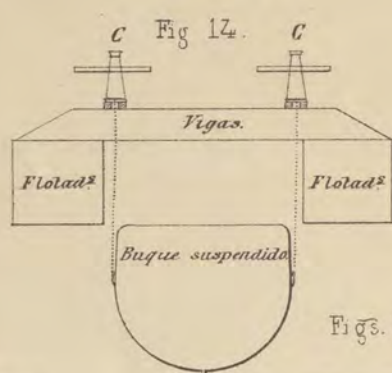


Fig 12.

Flotad²

Figs. 5 à 8. Entramados interiores p^a refuerzo.

Fig 6. A. Alzado.

Fig 5. A. Corte.

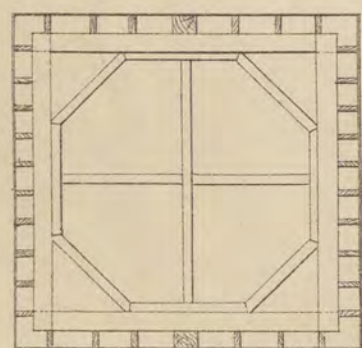


Fig 7. B. Corte.

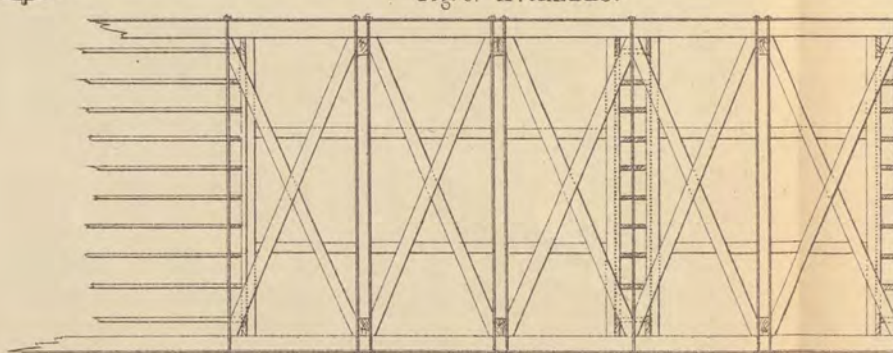


Fig 8. B. Alzado.

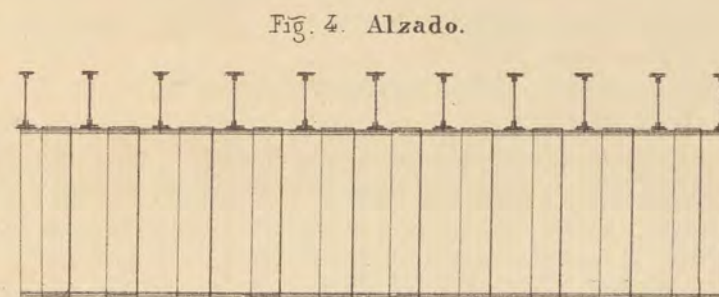
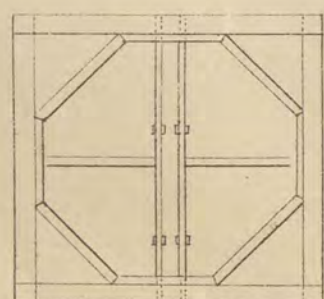


Fig. 4. Alzado.

Figs. 12 y 13. Placas de guia.

Fig 12 Alzado.

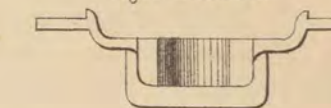
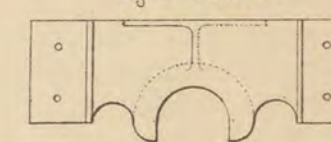


Fig 13 Planta.



Pontona de Gourman.

Fig 15. Alzado.

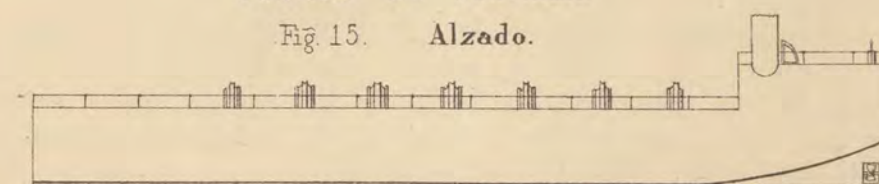
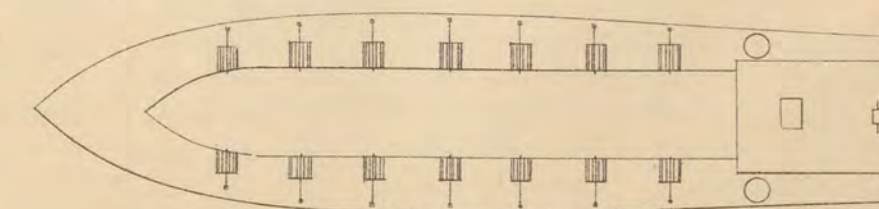


Fig 18. Planta.



Escalas.

Figs. 2, 3 y 4 $\frac{1}{200}$

Figs. 5, 6, 7 y 8. $\frac{1}{100}$

Fig. 9. $\frac{1}{50}$

Figs. 10, 11, 12 y 13. $\frac{1}{20}$

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CHICAGO

1900

NO.	DATE	DESCRIPTION
1	1900	...
2	1900	...
3	1900	...
4	1900	...
5	1900	...
6	1900	...
7	1900	...
8	1900	...
9	1900	...
10	1900	...

dos metros sobre la arena, se construyó una grada y se botó al agua de costado.

Conviene hacer notar, ser una condicion indispensable en todo salvamento, el cerrar las vías de agua, y el achicar esta, tan pronto como el buque llega á la superficie; operacion fácil si se dispone de bombas de mucha potencia.

Cuando no hay medio de establecer un andamio fijo, se arregla otro flotante, sobre barcas, pontonas, balsas, cajones ó toneles. El *Wolf*, de 800 toneladas de peso, con la carga, fué echado á pique en 11 metros de agua, durante una niebla del 17 de Octubre de 1867, por el *Principe Arturo*, entre Belfast y Glasgow. Las mareas son, en aquel sitio, muy débiles, y no alcanzaban á 2^m,70, profundidad del fango, dentro del cual estaba enterrado el buque; por cuyo motivo no fué posible utilizar aquel poderoso medio de salvamento, apelando á los procedimientos mecánicos.

El andamio flotante se formó (figs. 8.^a, 9.^a y 10.^a) con grandes cajones de palastro, algunos de los cuales se utilizaron anteriormente, en la extraccion del *Conde de Dublin*, que naufragó en las rocas de Bally-halbert. Se repartieron á proa y á popa del *Wolf*, arriestrándolos con piezas de madera, para mantenerlos á la distancia conveniente, á fin de que en el hueco cupiese el buque náufrago.

Estas piezas horizontales no descansaban directamente sobre los cajones; encima de ellos se elevaban montantes, reforzados, trasversal y longitudinalmente, con aspas; y en las cabezas se apoyaban las vigas ó maderos horizontales que sostenian el piso del andamio. En vez de colocar verticales los husillos, se dispusieron horizontalmente, (fig. 11.^a) colgando de sus extremidades las cadenas, que se engancharon en las portas y ventanas del *Wolf*. La marea ayudaba la operacion, aprovechando el ascenso para arrancar el buque del fango, y maniobrando en el descenso los husillos para mantener el buque á la altura ganada. Así se continuó hasta sacarlo del fango. El resto de la operacion, hasta elevar el buque á flor de agua, fué relativamente fácil. En semejante estado, se achicó el agua en las bodegas, y el buque á flote, fué remolcado al puerto.

Igual procedimiento se aplicó para la extraccion del *Taranaki*, vapor de 300 toneladas y 59 metros de altura, que se fué á pique en 19 de Agosto de 1868, en el canal Tory, en el golfo de la reina Carlota, con un fondo de 32 metros de agua en pleamar. El buque cayó en un ribazo de 6 por 100 de inclinacion en toda la longitud del buque, y en 60 metros mas á proa; pero mas allá la inclinacion aumentaba rápidamente hasta un 16, quedando el calado reducido á 6^m,50, para descender á 7^m,20, y subiendo suavemente en 180 á 190 metros, hasta la playa. Aquel ribazo opuso serias

dificultades á los trabajos, porque apoyándose en él la proa del buque náufrago, le hacía sumergir mas de popa, y la longitud de las cadenas, en esta parte, resultó diferente de aquella.

La carrera de la marea es muy reducida en aquellos parajes; es de 1^m,40 en las vivas, y baja á 0^m,80 en las muertas; así que no era dado contar, segun dijimos al describir la extraccion del *Wolf*, con la fuerza ascensional que aquella presta. Fué, por lo tanto, necesario aplicar la fuerza mecánica del hombre, por medio de husillos, pero dispuestos en sentido vertical, como en la extraccion del *Mississippi*: 54 obreros y dos buzos llevaron á cabo el salvamento.

El andamio flotante lo componen cuatro pontonas de madera, todas de la misma manga (4^m,20 y 3^m,80 en la cubierta y en el fondo, respectivamente; y 1^m,20 de puntal), pero de eslora diferente. En dos de ellas era de 29 y 28 metros en cada una, sobre la cubierta y en el fondo, y en las otras dos, de 26 y 25 próximamente. Cada gabarra estaba dividida en cuatro compartimientos estancos, por medio de tres mamparos impermeables: llevan, ademas, válvulas en el fondo y bombas.

Sobre las gabarras corrian, atravesadas, ligándolas entre sí, 22 dobles vigas de 0^m,46 × 0^m,23 de escuadría, separadas por 0^m,15 de claro. Sobre las dobles vigas se asentaban los husillos, que pasaban al través del claro, en número de 44 (22 por cada banda); lo que daba, escasamente, 10 toneladas á cada uno, para el esfuerzo que debia soportar.

Los eslabones de las cadenas son barras de 3^m,60 de largo, enganchadas en eslabones de muy corta longitud. El eslabon extremo, que ha de engancharse en el husillo, lo forman dos chapas con varios agujeros, y de la parte inferior cuelga un gancho (fig. 13.^a) para enganchar en las portas del buque. A este gancho se sujeta lateralmente una chapa B que se sube ó se baja por medio de la ranura que lleva, y se fija en el punto conveniente por medio de tornillos. Esta pieza sirve para asegurar el gancho, mordiendo en el marco inferior de la porta, por medio de la muesca C. Los buzos practican la operacion de enganchar y desenganchar, así los ganchos como los eslabones de cadena que van siendo innecesarios, á medida que el buque sube. Esta operacion se verificaba, de cada vez, en cuatro ramales, uno en cada pontona, equilibrándolos con contrapesos suspendidos de cadenas, que pasaban por poleas montadas sobre las vigas.

Por las razones antes expuestas, llegó á haber un desnivel de 9 metros entre la popa y la proa, desnivel que fué preciso ganar lentamente, subiendo de esta manera 28 metros, casi todos con los husillos.

Ya el buque en la superficie, se agotó, descubriendo una quiebra de 9 metros de largo y 2 $\frac{1}{2}$ centímetros

de ancho, y un agujero de 7 centímetros de diámetro, aberturas que se taparon en la forma ordinaria.

(Se continuará.)

P. P. DE LA SALA.

LOS CARRILES DE ACERO.

(CONTINUACION.)

Mas abajo damos, siguiendo siempre el mismo orden, la historia de cada carril analizado, acompañando en la lámina correspondiente un croquis al tercio del tamaño natural de su seccion en el estado en que se le ha sacado de la vía, del tonelaje, del análisis químico y del resultado de las pruebas físicas. Despues presentaremos estos diversos elementos en forma de cuadros, y sacaremos de ellos las principales consecuencias.

Núm. 32.—Roto cerca de las fábricas de acero de Edgard Thomson la primera vez que pasó sobre él un tren. Tonelaje, 0,00.

ANÁLISIS.

Carbono.....	0,359
Fósforo.....	0,156
Manganeso.....	0,505
Silicio.....	0,035
Total de los cuerpos endurecedores...	1,055
Id. de las unidades-fósforo (1).....	39,400

PRUEBAS.

Ángulo de torsion.....	444°
Momento de torsion.....	333
Resistencia á la traccion en la rotura.	78,255
Id. en el límite de elasticidad.....	30,550
Alargamiento por 100.....	16,898
Dilatacion final por 100.....	29,800

Núm. 83.—En servicio desde Junio de 1875 á Setiembre de 1876, ó sean 16 meses. Situado en la vía Sur en una curva de 9° al Este del túnel Columbia. Roto en servicio. Tonelaje, 10 027 131 toneladas.

ANÁLISIS.

Carbono.....	0,323
Fósforo.....	0,135
Manganeso.....	0,522
Silicio.....	0,035
Total de endurecedores.....	1,015
Id. de unidades-fósforo.....	36,400

(1) Mas adelante daremos á conocer qué se entiende por unidad-fósforo.

PRUEBAS.

Ángulo de torsion.....	406°
Momento de torsion.....	340
Resistencia á la traccion en la rotura.	79,900
Id. en el límite de elasticidad.....	33,135
Alargamiento por 100.....	15,509
Dilatacion final por 100.....	28,600

Núm. 262.—En servicio desde Octubre de 1868 hasta Noviembre de 1876, ó sean ocho años y un mes. Situado en la vía Sur en una curva de 9° al Oeste del puente de Valley Creek. Tonelaje, 44 636 201 toneladas.

ANÁLISIS.

Carbono.....	0,337
Fósforo.....	0,056
Manganeso.....	0,374
Silicio.....	0,056
Total de endurecedores.....	0,823
Id. de unidades-fósforo.....	27,100

PRUEBAS.

No se ha hecho ninguna prueba física á causa de la pequeñez del ejemplar enviado.

Núm. 277.—Desde Setiembre de 1872 á Diciembre de 1876; cuatro años y tres meses. Situado en la vía Sur en tangente casi en la mitad del camino entre South Elisabeth y Linden. Roto en servicio. Tonelaje, 16 600 728 toneladas.

ANÁLISIS.

Carbono.....	0,573
Fósforo.....	0,075
Manganeso.....	0,853
Silicio.....	0,182
Total de endurecedores.....	1,683
Id. de unidades-fósforo.....	52,900

PRUEBAS.

Ángulo de torsion.....	401°
Momento de torsion.....	433
Resistencia á la traccion en la rotura.	101,755
Id. en el límite de elasticidad.....	43,005
Alargamiento por 100.....	14,169
Dilatacion final por 100.....	36,810

Núm. 282.—Desde Agosto de 1875 á Enero de 1877 un año y cinco meses. En la vía sencilla cerca de la estacion de Marr's Run del N. C. Railway, en línea recta. Roto en servicio. Tonelaje, 4 535 318 toneladas.

ANÁLISIS.

Carbono.....	0,354
Fósforo.....	0,132
Manganeso.....	0,552
Silicio.....	0,050
Total de endurecedores.....	1,088
Id. de unidades-fósforo.....	38,500

PRUEBAS.

No se ha hecho ninguna prueba física á causa de la pequeñez del ejemplar remitido.

Núm. 347.—Roto al cabo de cinco días de servicio en el empalme de Nueva-York. Tonelaje, 0,00 toneladas.

ANÁLISIS.

Carbono.....	0,387
Fósforo.....	0,056
Manganeso.....	0,670
Silicio.....	0,035
Total de endurecedores.....	1,148
Id. de unidades-fósforo.....	36,600

PRUEBAS.

Ángulo de torsion.....	67°
Momento de torsion.....	306
Resistencia á la traccion en la rotura.....	71,910
Id. en el límite de elasticidad.....	30,550
Alargamiento por 100.....	6,467
Dilatacion final por 100.....	16,650

Núm. 371.—En servicio desde Julio de 1876 hasta Marzo de 1877; ocho meses. En la vía sencilla del empalme de Tyrone y Clearfield, al Sur de Mount-Pleasant. En una curva de 16°. Tonelaje, 2 741 056 toneladas.

ANÁLISIS.

Carbono.....	0,368
Fósforo.....	0,127
Manganeso.....	0,380
Silicio.....	0,035
Total de endurecedores.....	0,946
Id. de unidades-fósforo.....	35,800

PRUEBAS.

Ángulo de torsion.....	85°
Momento de torsion.....	342
Resistencia á la traccion en la rotura.....	80,370
Id. en el límite de elasticidad.....	47,000
Alargamiento por 100.....	10,223
Dilatacion final por 100.....	24,680

Núm. 372.—Ocho meses de servicio, desde Julio de 1876 á Marzo de 1877. En la curva de 17° de la vía sencilla, empalme de Tyrone y Clearfield, al Sur de Mount-Pleasant. Tonelaje, 2 741 056 toneladas.

ANÁLISIS.

Carbono.....	0,446
Fósforo.....	0,155
Manganeso.....	0,460
Silicio.....	0,034
Total de endurecedores.....	1,065
Id. de unidades-fósforo.....	40,300

PRUEBAS.

Ángulo de torsion.....	102°
Momento de torsion.....	346
Resistencia á la traccion en la rotura.....	81,310
Id. en el límite de elasticidad.....	30,550
Alargamiento por 100.....	14,433
Dilatacion final por 100.....	29,260

Núm. 373.—Ocho meses de servicio, desde Julio de 1876 á Marzo de 1877. En la vía sencilla de la curva de 20°, division de Tyrone y Clearfield, al Sur de Mount-Pleasant. Tonelaje, 2 741 056 toneladas.

ANÁLISIS.

Carbono.....	0,300
Fósforo.....	0,138
Manganeso.....	0,412
Silicio.....	0,024
Total de endurecedores.....	0,874
Id. de unidades-fósforo.....	33,200

PRUEBAS.

Ángulo de torsion.....	102°
Momento de torsion.....	281
Resistencia á la traccion en la rotura.....	66,035
Id. en el límite de elasticidad.....	25,850
Alargamiento por 100.....	14,433
Dilatacion final por 100.....	23,060

Núm. 388.—En servicio desde Marzo de 1867 hasta Marzo de 1877; diez años. En la vía Norte, en línea recta, cerca de la estacion de Ardmore. Tonelaje, 37 005 142 toneladas.

ANÁLISIS.

Carbono.....	0,303
Fósforo.....	0,166
Manganeso.....	0,316
Silicio.....	0,032
Total de endurecedores.....	0,817
Id. de unidades-fósforo.....	34,600

PRUEBAS.

Ángulo de torsion ..	120°
Momento de torsion.....	322
Resistencia á la traccion en la rotura.....	75,670
Id. en el límite de elasticidad.....	31,725
Alargamiento por 100.....	19,514
Dilatacion final por 100.....	31,210

Núm. 389.—Desde Marzo de 1872 hasta Abril de 1877; cinco años y un mes. En curva en la vía Sur, á una milla al Oeste de Huntingdon. Tonelaje 34 333 639 toneladas.

ANÁLISIS.

Carbono.....	0,343
Fósforo.....	0,427
Manganeso.....	0,670
Silicio.....	0,036
Total de endurecedores.....	1,476
Id. de unidades-fósforo.....	39,300

PRUEBAS.

Ángulo de torsion.....	121°
Momento de torsion.....	320
Resistencia á la traccion en la rotura.	75,200
Id. en el límite de elasticidad.....	30,550
Alargamiento por 100.....	49,813
Dilatacion final por 100.....	34,020

Núm. 390.—Desde Marzo de 1868 hasta Marzo de 1877; nueve años. En la vía Sur, en una curva de 2° en la vertiente Este de una rampa, division de Pittsburgh. Tonelaje, 47 332 411 toneladas.

ANÁLISIS.

Carbono.....	0,291
Fósforo.....	0,057
Manganeso.....	0,354
Silicio.....	0,068
Total de endurecedores.....	0,770
Id. de unidades-fósforo.....	25,900

PRUEBAS.

Ángulo de torsion.....	126°
Momento de torsion.....	302
Resistencia á la traccion en la rotura.	70,970
Id. en el límite de elasticidad.....	32,900
Alargamiento por 100.....	21,337
Dilatacion final por 100.....	31,950

Núm. 391.—Desde Junio de 1871 hasta Abril de 1877; cinco años y diez meses. En la vía Sur, en una curva de 4° 30', á 1 700 piés al Oeste del poste núm. 84, á partir de Pittsburgh. Tonelaje, 30 873 173 toneladas.

ANÁLISIS.

Carbono.....	0,294
Fósforo.....	0,181
Manganeso.....	0,354
Silicio.....	0,020
Total de endurecedores.....	0,849
Id. de unidades-fósforo.....	36,000

PRUEBAS.

Ángulo de torsion.....	117°
Momento de torsion.....	333
Resistencia á la traccion en la rotura.	78,255
Id. en el límite de elasticidad.....	33,605
Alargamiento por 100.....	48,626
Dilatacion final por 100.....	32,420

Núm. 392.—Desde Abril de 1871 hasta Abril de 1877; seis años. En la vía Sur, en una curva de 4°, á 800 piés al Este del poste núm. 106, á partir de Pittsburgh. Tonelaje, 32 957 247 toneladas.

ANÁLISIS.

Carbono.....	0,231
Fósforo.....	0,087
Manganeso.....	0,364
Silicio.....	0,047
Total de endurecedores.....	0,729
Id. de unidades-fósforo.....	26,000

PRUEBAS.

Ángulo de torsion.....	151°
Momento de torsion.....	294
Resistencia á la traccion en la rotura.	69,090
Id. en el límite de elasticidad.....	30,550
Alargamiento por 100.....	29,548
Dilatacion final por 100.....	37,240

Núm. 393.—Desde Julio de 1867 hasta Julio de 1873, en la vía Norte, en el poste núm. 155, á partir de Pittsburgh; y despues, desde Julio de 1873 hasta Abril de 1877, en la vía Sur, estacion de Mifflin. Total nueve años y diez meses. Tonelaje, 17 083 416 toneladas.

ANÁLISIS.

Carbono.....	0,219
Fósforo.....	0,065
Manganeso.....	0,272
Silicio.....	0,028
Total de endurecedores.....	0,584
Id. de unidades-fósforo.....	20,600

PRUEBAS.

Ángulo de torsion.....	217°
Momento de torsion.....	285
Resistencia á la traccion en la rotura.	66,975
Id. en el límite de elasticidad.....	28,200
Alargamiento por 100.....	54,944
Dilatacion final por 100.....	49,630

Núm. 394.—Desde Abril de 1871 hasta Abril de 1877; seis años. En la vía Sur, en una curva de 2°, á 2 600 piés al Oeste del poste núm. 27, á partir de Pittsburgh. Tonelaje, 25 043 350 toneladas.

ANÁLISIS.

Carbono.....	0,286
Fósforo.....	0,083
Manganeso.....	0,448
Silicio.....	0,023
Total de endurecedores.....	0,810
Id. de unidades-fósforo.....	27,300

PRUEBAS.

Ángulo de torsion.....	449°
Momento de torsion.....	322
Resistencia á la traccion en la rotura.	75,670
Id. en el límite de elasticidad.....	45,825
Alargamiento por 100.....	28,857
Dilatacion final por 100.....	41,650

Núm. 395.—Desde Setiembre de 1872 hasta Marzo de 1877; cuatro años y siete meses. En la vía Sur, en una curva de 4°, á 1 200 piés al Oeste del poste núm. 59, á partir de Pittsburgh. Tonelaje, 24 606 889 toneladas.

ANÁLISIS.

Carbono.....	0,353
Fósforo.....	0,103
Manganeso.....	0,576
Silicio.....	0,059
Total de endurecedores.....	1,091
Id. de unidades-fósforo.....	36,500

PRUEBAS.

Angulo de torsion.....	434°
Momento de torsion.....	338
Resistencia á la traccion en la rotura.	79,430
Id. en el límite de elasticidad.....	32,900
Alargamiento por 100.....	23,860
Dilatacion final por 100.....	37,490

Núm. 396.—Desde Enero de 1874 hasta Enero de 1877; tres años. En la subdivision II de la division de Pittsburgh. Tonelaje, 13 683 266 toneladas.

ANÁLISIS.

Carbono.....	0,350
Fósforo.....	0,134
Manganeso.....	0,626
Silicio.....	0,058
Total de endurecedores.....	1,168
Id. de unidades-fósforo.....	40,500

PRUEBAS.

Ángulo de torsion.....	405°
Momento de torsion.....	342
Resistencia á la traccion en la rotura.	80,370
Id. en el límite de elasticidad.....	36,425
Alargamiento por 100.....	15,237
Dilatacion final por 100.....	29,060

Núm. 397.—Desde Julio de 1872 hasta Mayo de 1877; cuatro años y siete meses. En una alineacion recta en la vía Sur, á 650 piés al Oeste del poste número 11, desde Pittsburgh. Tonelaje, 21 935 613 toneladas.

ANÁLISIS.

Carbono.....	0,365
Fósforo.....	0,130
Manganeso.....	0,458
Silicio.....	0,020
Total de endurecedores.....	0,973
Id. de unidades-fósforo.....	35,300

PRUEBAS.

Ángulo de torsion.....	82°
Momento de torsion.....	260
Resistencia á la traccion en la rotura.	61,100
Id. en el límite de elasticidad.....	25,850
Alargamiento por 100.....	9,545
Dilatacion final por 100.....	16,860

Núm. 398.—Desde Enero de 1871 hasta Marzo de 1877; seis años y dos meses. En la vía Norte, en una curva de 4°, á 120 piés al Oeste del poste núm. 12 desde Pittsburgh. Tonelaje, 27 298 043 toneladas.

ANÁLISIS.

Carbono.....	0,225
Fósforo.....	0,111
Manganeso.....	0,318
Silicio.....	0,016
Total de endurecedores.....	0,670
Id. de unidades-fósforo.....	25,800

PRUEBAS.

Ángulo de torsion.....	430°
Momento de torsion.....	282
Resistencia á la traccion en la rotura.	66,270
Id. en el límite de elasticidad.....	27,025
Alargamiento por 100.....	22,586
Dilatacion final por 100.....	28,930

Núm. 413.—Desde Junio de 1867 hasta Octubre de 1876; nueve años y cuatro meses. En la vía sencilla, en una curva de 8° 40', en la extremidad Oeste del puente de Schuylkill, union con el ferro-carril de Delaware. Tonelaje, 36 901 508 toneladas.

ANÁLISIS.

Carbono.....	0,233
Fósforo.....	0,041
Manganeso.....	0,208
Silicio.....	0,074
Total de endurecedores.....	0,556
Id. de unidades-fósforo.....	19,700

PRUEBAS.

Ángulo de torsion.....	175°
Momento de torsion.....	280
Resistencia á la traccion en la rotura.	65,800
Id. en el límite de elasticidad.....	28,435
Alargamiento por 100.....	38,239
Dilatacion final por 100.....	39,490

Núm. 414.—Desde Mayo de 1867 hasta Noviembre de 1876; nueve años y seis meses. En línea recta en la vía Oeste de mercancías, al Este del viaducto 35°, Filadelfia-Oeste. Tonelaje, 34 839 538 toneladas.

ANÁLISIS.	
Carbono.....	0,309
Fósforo.....	0,058
Manganeso.....	0,326
Silicio.....	0,030
Total de endurecedores.....	0,723
Id. de unidades-fósforo.....	24,400

PRUEBAS.	
Ángulo de torsion.....	148°
Momento de torsion.....	292
Resistencia á la traccion en la rotura.	68,620
Id. en el límite de elasticidad.....	27,730
Alargamiento por 100.....	28,514
Dilatacion final por 100.....	35,860

Núm. 415.—Desde Abril de 1867 hasta Julio de 1876; nueve años y tres meses. En la vía Sur, cuatro años en una curva de 2°, y cinco años en línea recta, cerca de Marysville, division central. Tonelaje, 48 037 879 toneladas.

ANÁLISIS.	
Carbono.....	0,336
Fósforo.....	0,079
Manganeso.....	0,458
Silicio.....	0,064
Total de endurecedores.....	0,934
Id. de unidades-fósforo.....	31,300

PRUEBAS.	
Ángulo de torsion.....	137°
Momento de torsion.....	324
Resistencia á la traccion en la rotura..	75,435
Id. en el límite de elasticidad.....	31,725
Alargamiento por 100.....	24,833
Dilatacion final por 100.....	36,750

Núm. 416.—Desde Junio de 1868 hasta Setiembre de 1876; ocho años y tres meses. En línea recta en la vía Sur, enfrente de los almacenes de mercancías de Harrisburgh. Tonelaje, 47 354 754 toneladas.

ANÁLISIS.	
Carbono.....	0,283
Fósforo.....	0,114
Manganeso.....	0,334
Silicio.....	0,030
Total de endurecedores.....	0,761
Id. de unidades-fósforo.....	29,000

PRUEBAS.	
Ángulo de torsion.....	127°
Momento de torsion.....	289
Resistencia á la traccion en la rotura.	67,915
Id. en el límite de elasticidad.....	28,200
Alargamiento por 100.....	21,647
Dilatacion final por 100.....	29,870

Núm. 417.—Desde Diciembre de 1867 hasta Julio de 1876; nueve años y seis meses. En la vía Norte, en curva de 4° 30', en la estacion de Jackstown, division central. Tonelaje, 34 108 667 toneladas.

ANÁLISIS.	
Carbono.....	0,345
Fósforo.....	0,075
Manganeso.....	0,426
Silicio.....	0,041
Total de endurecedores.....	0,887
Id. de unidades fósforo.....	29,600

PRUEBAS.	
Ángulo de torsion.....	124°
Momento de torsion.....	312
Resistencia á la traccion en la rotura.	73,320
Id. en el límite de elasticidad.....	30,080
Alargamiento por 100.....	20,722
Dilatacion final por 100.....	31,770

(Se continuará.)

R.

NOTICIAS.

Incendio.—En Castillo de Aro (Cataluña) ocurrió el dia 17 del actual una espantosa catástrofe. A las diez de la mañana el tañido de la campana y la voz delregonero anunciaban al vecindario que la casa Castell, el edificio mas vasto del pueblo, situado en la parte mas elevada y céntrica del mismo, y dentro del cual habia almacenadas unas trescientas cargas de carbon y paja, estaba convertido en una inmensa hoguera. El pueblo entero, sin distincion de sexos, trabajaba asiduamente, no ya para sofocar el fuego, pues era imposible, sino para que no se propagase á la iglesia, casas y pajares contiguos.

Cuando todos se hallaban mas atareados en dichos trabajos, cundió la voz de que en el interior del edificio habia una gran cantidad de cartuchos de dinamita pertenecientes á uno de los inquilinos, de oficio minero. Esta voz heló la sangre de todo un pueblo reunido, que aun sabedor del peligro que le amenazaba, ni tampoco tenia aliento para abandonar sus trabajos y ponerse en salvo. Un hombre que se hallaba en lo alto del campanario, desde donde se descubria perfecta-

mente la inmensa hoguera, dió el grito de «¡salvarse, que el fuego llega á los cajones de la pólvora!» y pasados algunos minutos, un horroroso estruendo llevó la consternacion y el terror á todo el pueblo.

La explosion dió por resultado el completo derribo de la casa, la destruccion de una fuerte muralla del ex-castillo, la agrietacion de las bóvedas de la iglesia, cuyos altares fueron derribados, así como rotos los cristales de las ventanas y balcones del pueblo, destruidos muchos tejados y el incendio de varios pajares, así como tambien una extraña conmocion en casi todas las personas, pues fueron muy pocas las que quedaron en pié.

Esto produjo momentos de terror y confusion que venian á aumentar los ayes de los numerosos heridos. Desde entonces, poseida la gente, mas bien de desesperacion que de valor, no sabía dónde dirigirse con tanto incendio á la vez, hasta que muy acertadamente se echó mano de una corneta, con la que el pregonero comunicaba las órdenes oportunas para regularizar los trabajos de la extincion.

En tan criticos momentos llegaron en auxilio varios vecinos de los pueblos inmediatos y la Guardia Civil de San Feliú de Guixols con su jefe el señor Busquets.

Los heridos, que afortunadamente no son de gravedad, fueron de orden del médico, Sr. Oliu, trasladados para ser curados á una casa situada al extremo de la poblacion.

La *Gaceta* del dia 12 anuncia cinco vacantes de ingenieros jefes de caminos en la isla de Cuba, dos de ingenieros subalternos y siete de ayudantes, y en Filipinas dos de ingenieros jefes y tres de ayudantes.

Se ha presentado en el Ministerio de Fomento el proyecto de tranvía de Barcelona á Berga.

La *Gaceta* del dia 10 del corriente inserta la convocatoria para el ingreso en el Cuerpo de Ingenieros de Caminos, dirigida á los alumnos que hayan terminado sus estudios y prácticas en la escuela correspondiente.

Autorizaciones de estudios.—Se han concedido á D. A. Coll para el tranvía de Llanes á Santander, y á D. A. Lanuza para el tranvía de Torrelavega á Llanes.

Pintura hidrófuga del Sr. Beissig.—Propone el inventor esta pintura para extenderla sobre las paredes enlucidas con yeso y prevenir la formacion de musgos y el paso de vapores y gases, consiguiendo ademas que se pueda lavar con agua caliente, sin que por ello desmerezca la pintura. El Sr. Beissig prepara la solucion hidrófuga disolviendo 50 gramos de estearato de sosa en 1 000 de alcohol, y agregando ocras,

azul de ultramar, colores derivados de la anilina ó cualquier otro no susceptible de descomponerse.

Se ha publicado el número 93 de la *Revista Contemporánea*, cuyo interesante sumario es el siguiente:

I. LOS DOS PRÓFUGOS, novela, por *A. de Vignerie*. Primera parte.—II. POLÍTICOS CONTEMPORÁNEOS. Cánovas del Castillo, por *Miguel Moya*.—III. LA MISION DE ALEMANIA. Carta á un amigo de Berlin, por *E. Renan*.—IV. LA LUCHA POR LA LIBERTAD DE COMERCIO EN FRANCIA, por *Gutierrez Brito*.—V. EL SOL, por *Ramon Escandon*.—VI. CRÓNICA POLÍTICA DE LA QUINCENA.—VII. CRÓNICA LITERARIA DE LA QUINCENA.—VIII. MOVIMIENTO BIBLIOGRÁFICO.—IX. NOTICIAS.

Se publica dos veces al mes en cuadernos de 128 páginas. Precios de suscripcion: 30 rs. trimestre en Madrid; en provincias, 32. Oficinas: Pizarro, 15, bajo.

Pesos públicos.—En todas las alcaldías de París se han puesto á disposicion del público aparatos para aforar y medir, y básculas portátiles de 300 kilogramos de potencia. En tres puntos diferentes de la capital se han instalado básculas de puente, de la fuerza de 10 000 kilogramos. El público hace repesar el peso, volúmen ó medida de toda mercancía, mediante una pequeñísima subvencion para las cantidades superiores á 5 kilogramos como peso, á 5 litros como volúmen y á 10 metros como medida. Para la verificacion de las pesadas de 5 á 10 000 kilogramos se emplea un sistema de báscula que ella misma da la impresion automática del peso de la mercancía, sobre *tickets* análogos á los billetes de ferro-carriles.

Madera incombustible é impermeable.—El Sr. Falbani propone el siguiente procedimiento para dar á la madera las propiedades de la piedra, sin hacerle perder su aspecto habitual. Se toman los siguientes materiales:

Sulfato de zinc.....	55 partes ponderales.
Potasa.....	22 —
Alumbre.....	44 —
Óxido de manganeso.....	22 —
Ácido sulfúrico de 60°.....	22 —
Agua.....	55 —

Todas las sustancias sólidas deben ponerse en una caldera que contenga agua á 45°, y en cuanto se han disuelto se echa el ácido sulfúrico poco á poco hasta completa saturacion de la masa.

Las piezas de madera, separadas unas de otras cinco centímetros próximamente, se introducen en el baño, que se hace hervir en seguida durante tres horas. Al cabo de este tiempo se sacan las piezas y se someten á la desecacion al aire libre.

PRECIOS DE MATERIALES.

LONDRES 17 DE OCTUBRE DE 1879.

METALES.

	L.	S.	D.	L.	S.	D.
Latón.						
Planchas, por libra	»	»	7½	»	»	8½
Yellow metal.....	»	»	6½	»	»	7½
Cobre.						
Barras de Chile, por tonelada..	64	»	»	65	40	»
English tough best.....	70	»	»	72	»	»
Planchas.....	74	»	»	75	»	»
Hierros.						
Welsh, barras, por tonelada....	6	»	»	7	»	»
Staffordshire, dº.....	6	»	»	8	40	»
Fundicion núm. 1, Cleveland ..	»	54	»	»	55	»
Plomo.						
Inglés, por tonelada.....	16	5	»	16	10	»
Español.....	16	2	»	16	7	»
Planchas.....	20	»	»	22	»	»
Plata.						
Onza.....	»	»	»	»	»	52½
Azogue.						
Frasco.....	6	45	»	7	»	»
Acero.						
Fundido de 1.º, por tonelada....	34	»	»	50	»	»
Inglés para resortes.....	44	»	»	22	»	»
Estaño.						
Straits, por tonelada.....	88	»	»	91	»	»
Banca.....	»	»	»	»	»	»
Inglés refinado.....	90	»	»	92	»	»
Hoja de lata.						
De leña I. C., por caja.....	»	25	»	»	27	»
De coke, id.....	»	21	»	»	24	»
Zinc.						
Planchas inglesas, por tonelada.	22	»	»	22	5	»
CARBONES.						
Carbones.						
Newcastle y Durham, por ton..	»	8	6	»	12	»
Coke.						
Durham, por tonelada.....	»	44	»	»	47	»
Cleveland.....	»	41	6	»	44	9

PRODUCTOS QUÍMICOS.

	L.	S.	D.	L.	S.	D.
Agua fuerte, por libra.....	»	»	4½	»	»	»
Acido sulfúrico, por libra.....	»	»	0½	»	»	»
Sal amoniaco, por tonelada....	29	»	»	35	»	»
Arsénico blanco, por quintal...	»	24	»	»	26	»
— en polvo, por quintal..	»	8	6	»	9	»
Cloruro de cal, por quintal....	»	5	9	»	6	»
Borax refinado, por quintal....	»	35	»	»	38	»
Azufre inferior, por tonelada...	5	40	»	6	»	»
— flor, por tonelada.....	41	»	»	43	40	»
Vitriolo verde, por tonelada....	45	»	»	50	»	»
Sulfato de cobre, por quintal...	»	48	6	»	20	»
Acetato de plomo, por quintal..	»	48	»	»	22	»
Minio, por quintal.....	»	44	»	»	17	»
Carbonato de plomo, por quintal.	»	48	»	»	20	»
Litargirio, por quintal.....	»	49	»	»	22	»
Bicromato de potasa, por libra..	»	»	4	»	»	4½
Nitro inglés refinado, por quint.	»	48	»	»	49	6
— de Bombay, por quintal..	»	»	»	»	»	»
— de Bengala, por quintal..	»	48	3	»	19	»
Sosa cáustica, por quintal.....	»	42	6	»	43	»
— cristalizada, por tonelada.	3	5	»	3	40	»

U.

SECCION OFICIAL.

Gacetas de Octubre de 1879.

MINISTERIO DE FOMENTO.

Gaceta del 6.—Real orden de 16 de Setiembre de 1879, anulando la venta de una parte de las obras de canalizacion del Ebro, y decidiendo la competencia entablada entre el Juez de primera instancia y el Gobernador, á favor de éste.

Gaceta del 8.—Real orden de 29 de Setiembre de 1879, autorizando á la Real Compañía Asturiana para construir en la bahía de Pasajes muelles de carga y descarga.

Gaceta del 9.—Real orden de 4 de Octubre de 1879, autorizando al Ayuntamiento de Escatron para tomar del Ebro 300 litros destinados al riego de 302 hectáreas.

Gaceta del 13 de Octubre.—Ley de 27 de Setiembre de 1879, concediendo á D. Antonio Elviro y Rosado autorizacion para construir sin subvencion un ferro-carril de Cáceres á Portugal.

Gaceta del 16.—Real orden de 8 de Octubre de 1879, autorizando á D. Eduardo Hidalgo para construir un muelle-embarcadero en el rio Guadalquivir (Sanlúcar).

SUBASTAS.

FECHA de la Gaceta.	LUGAR de la subasta.	FECHA del remate.	OBRA Ú OBJETO Á QUE SE REFIERE.	MATERIA de subasta.	PRESUPUESTO DE CONTRATA en pesetas.
8 Octubre.	Jaen.	23 Octubre.	Carretera del Pilar de Moya á Andújar.....	Reparacion.	102 870'49
10 »	Madrid.	8 Noviembre.	Camino de Getafe á Leganés (M).....	Construccion.	80 663'71
11 »	Villareal.	30 Octubre.	Conduccion de aguas.....	»	243 214'99
14 »	Orense.	22 Noviembre.	Puente sobre el Sil, carretera de Ponferrada á Orense.....	»	278 392'21

NOTICIAS OFICIALES.

Ferro-carriles Andaluces.—La Junta general de accionistas de esta Compañía se convoca para el 28 de Octubre. La Gaceta del 17 del corriente publica los estatutos y acta de constitucion de la Sociedad anónima creada para la terminacion del ferro-carril de Mollet á Caldas de Mombuy.

Ferro-carril de Córdoba á Espiel y Belmez.—Se convoca á Junta general extraordinaria para el dia 19 de Noviembre próximo.