

de la cámara de trabajo llena de agua, más el del lastre exterior, ó sea

$$92 + 132 + 120 = 344 \text{ toneladas.}$$

Para darnos idea ahora de la estabilidad de la campana, consideremos que los pesos de 100 y 120 de toneladas que encontrábamos en el primero y segundo caso para peso relativo, son suficientes, puesto que se supone la mar tranquila. Cuando hay temporal, se llena todo de agua y estamos en el tercer caso, en que hemos deducido un peso de 344 toneladas, y aun cuando entonces su densidad por unidad de desplazamiento sea algo inferior á la de un bloque de hormigón, el peso por metro cuadrado de superficie exterior sobre el que ha de actuar la fuerza del mar, es más del triple del que corresponde al mayor sillar artificial de los que se emplean en la obra, quedando, por tanto, la inmovilidad asegurada aun con los mayores temporales que puedan ocurrir.

Sólo nos resta explicar, brevemente, cómo se efectúa la marcha de los trabajos.

MARCHA DEL TRABAJO EN LAS CAMPANAS

Estando en tierra la campana, se le coloca el falso fondo de que antes hablamos, haciendo impermeable la junta con cemento de portland. Se la bota después al agua y se lastra como antes dijimos. A pique la campana, y completo el lastrado exterior, se retira el falso fondo que cerraba la cámara de trabajo y se procede al enrase perfecto de todo el cimientó que abarca dicha cámara, continuándose por avances sucesivos de 1,50 metros próximamente.

Estas campanas se probaron ya en toda la campaña del verano pasado, y su funcionamiento es perfecto y el trabajo en ellas se efectúa con completa comodidad; se han retirado, para modificar, algunos pequeños detalles y reforzar algunos elementos, pero puede asegurarse, desde ahora, que han de dar un resultado en extremo satisfactorio.

Se ha podido ejecutar un avance al día, y bastan ocho horas para que el hormigón ejecutado con portland adquiera la dureza necesaria para resistir el peso de 100 toneladas que ha de actuar sobre el borde del hormigón ejecutado el día anterior, sometido á una compresión de cuatro kilogramos por centímetro cuadrado (1).

El avance de la campana se efectúa, en la forma que antes indicamos, por medio de dos peones que manejan los dos gatos hidráulicos, operación que se hace en poco más de media hora, quedando libre el espacio que ha de cimentarse, cuyo hormigón se ejecuta fácilmente en unas diez horas de trabajo.

Una vez ejecutados dos ó tres avances de cimientos, que dejen espacio suficiente para colocar por detrás una hilada de bloques, la grúa titán empieza el asiento de éstos hasta salir del agua; después se ejecuta con hormigón de zumaya, en seco, y dentro de unos cajones de hierro sin fondo y de tres paredes (véase la figura) la parte su-

perior del muro, sobre la que puede correrse la titán, avanzando así, simultáneamente, toda la sección de los dos muros del dique.

Este sistema, no sólo ofrece la ventaja de enrasar el cimientó en seco y permite obtener, por lo tanto, un cimientó monolítico que se nivela y replantea con la mayor precisión, con lo que, no sólo gana la obra en seguridad y resistencia, sino en estabilidad y perfecto asiento de los bloques, sino que, además, ofrece la ventaja de su rapidez.

Con el sistema de cimientó de sacos extendidos por los buzos, la más insignificante marejada impide á éstos efectuar su trabajo, y la práctica ha demostrado que escasamente si se encuentran ochenta días al año en que la mar permita bajar á los buzos; como en un día de trabajo y aun empleando los sacos de dos y cuatro metros cúbicos, no pueden los buzos avanzar el cimientó más de un metro, es casi seguro que con este sistema no se hubieran podido ejecutar los 800 metros de dique que faltan en los seis años de plazo que aún quedan.

En cambio, con las campanas es menester que sean los temporales muy duros para impedir el trabajo. Hemos bajado en días de bastante resaca y no ofrece serios inconvenientes la permanencia en las cámaras. Aun suponiendo solamente doscientos días útiles de trabajo, y calculando un avance medio diario de 1^m,20, podrán ejecutarse con las campanas 240 metros de cimientó al año, que es más que suficiente para asegurar la terminación de la obra en el plazo concedido.

Por último, debemos añadir que, no alcanzando estas campanas mayor profundidad de 20 metros de agua, la presión máxima y excepcional á que han de estar sometidos los operarios será de tres atmósferas, que es aceptable.

El trabajo en ellas es cómodo y los obreros prefieren, generalmente, bajar á las campanas, en donde tienen temperatura constante y no muy fría, que trabajar al aire libre.

Las cámaras de trabajo están iluminadas por lámparas eléctricas, y aunque hasta hoy se ejecutaba el hormigón en ellas, se piensa, en lo sucesivo, verter el hormigón, ya hecho, por una de las chimeneas, lo que facilitará aún más el trabajo.

En resumen, este nuevo sistema de ejecución ofrece, para la obra y para el contratista, innegables ventajas; merece ser aplicado en otros muchos casos, y acredita la inteligencia del Ingeniero Sr. Junquera que, como hemos dicho, ha imaginado y llevado á cabo esta original disposición, que demuestra una vez más que los Ingenieros españoles no van á la zaga de los demás países.

J. EUGENIO RIBERA.

REVISTA EXTRANJERA

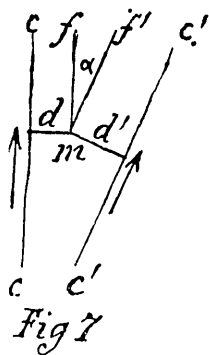
Leyes de las corrientes eléctricas y su influencia sobre el éter ambiente (1).

Art. IV.—*Campo de dos corrientes rectilíneas indefinidas no paralelas.*

Sean c y c' (fig. 7) dos corrientes de posición, dirección é intensidad cualesquiera, y m un punto del espacio. Tracemos por

(1) Véase el número anterior.

(1) A este propósito debemos hacer constar un hecho curioso. Creíamos al principio que para poder efectuar estos avances diarios sería necesario emplear cementos rápidos de zumaya, pero los hormigones ejecutados con este cemento se aplastaban á las ocho horas. Por el contrario, los hormigones de portland, al cabo de este tiempo, están ya lo suficientemente duros y resisten con creces el avance, lo que evidencia una vez más la confusión que se establece entre el fraguado y el endurecimiento y la superioridad que por todos conceptos ofrece el portland.



este punto dos paralelas á las corrientes y en el mismo sentido que éstas. Sea α el ángulo de estas rectas, igual al de las corrientes. Tomemos luego en los lados de este ángulo longitudes mf , mf' , en razón directa de las intensidades i é i' , é inversa de las distancias d y d' . La fuerza impulsiva que obra sobre un átomo de éter situado en m , será la resultante R de las dos fuerzas

$$mf = A \frac{i}{d} \quad \text{y} \quad mf' = A \frac{i'}{d'}$$

Pero, se tiene

$$R^2 = A^2 \left(\frac{i^2}{d^2} + \frac{i'^2}{d'^2} + \frac{2ii' \cos \alpha}{dd'} \right)$$

Luego la ecuación general de las superficies isodinámicas es

$$\frac{i^2}{d^2} + \frac{i'^2}{d'^2} + 2 \frac{ii' \cos \alpha}{dd'} = \text{Const.}$$

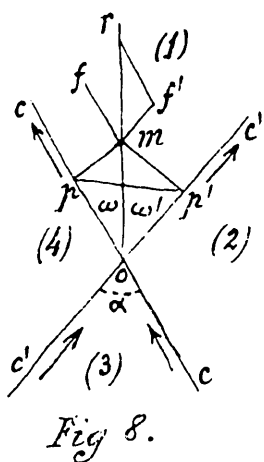
ó admitiendo que $i = i'$,

$$\frac{1}{d^2} + \frac{1}{d'^2} + \frac{2 \cos \alpha}{dd'} = \frac{1}{k^2},$$

siendo la constante $\frac{i^2}{k^2}$.

Estudiemos el caso particular en que la perpendicular común á las dos corrientes es bastante pequeña para que éstas se puedan considerar situadas en el mismo plano. Sean c y c' las dos corrientes de igual intensidad que se cruzan en o bajo un ángulo α .

Forman (fig. 8) cuatro ángulos (1), (2), (3) y (4). En el ángulo (1) las dos corrientes se alejan, y en el ángulo (3) se apro-



ximan al vértice o . En los ángulos (2) y (4), una de las corrientes se acerca y la otra se aleja del vértice.

Consideremos, en primer lugar, un punto m situado en el ángulo (1). Bajemos las dos perpendiculares $mp = d$, $mp' = d'$, y tracemos $mo = r$, que divide el ángulo α en dos partes ω y ω' . Dirijamos además, por el punto m , dos paralelas á las corrientes c y c' , y tomemos en estas rectas longitudes mf , mf' proporcionales á

$$\frac{1}{d}, \frac{1}{d'};$$

tracemos $f'r$, paralela á mf , que encuentra en r á la prolongación de om . Finalmente, comparemos el triángulo $mf'r$, obtenido así, con el triángulo mpp' . Veremos fácilmente que estos dos triángulos son semejantes por tener sus ángulos iguales, y de su semejanza resulta la proporción

$$\frac{f'r}{mp'} = \frac{mf}{mp}$$

y como

$$mf' = \frac{1}{mp'}, \quad \text{resulta} \quad f'r = \frac{1}{mp} = mf.$$

Luego mr es la resultante de las fuerzas aplicadas al átomo de éter situado en m , y su dirección es la del radio vector om prolongado. Su intensidad es

$$R = A \sqrt{\frac{1}{d^2} + \frac{1}{d'^2} + \frac{2 \cos \alpha}{dd'}}$$

pero $d = \rho \sin \omega$, $d' = \rho \sin \omega'$.

Luego

$$R = \frac{A}{\rho} \sqrt{\frac{1}{\sin^2 \omega} + \frac{1}{\sin^2 \omega'} + \frac{2 \cos (\omega + \omega')}{\sin \omega \sin \omega'}} \\ = \frac{A}{\rho} (\cot \omega + \cot \omega').$$

Por consiguiente, la ecuación de una línea isodinámica en el ángulo (1) será, en coordenadas polares.

$$\rho = k [\cot \omega + \cot (\alpha - \omega)] = \frac{k \sin \alpha}{\sin \omega \sin (\alpha - \omega)},$$

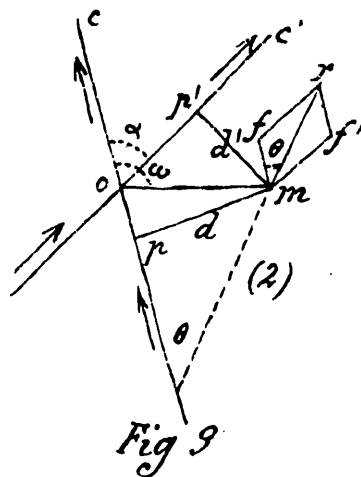
siendo el vértice del ángulo el polo y la corriente oc el eje polar.

El mínimo de ρ corresponde á $\omega = \frac{\alpha}{2}$; para $\omega=0$ y $\omega=\alpha$, $\rho=\infty$.

La curva tiene, pues, una forma hiperbólica; la bisectriz del ángulo α es un eje de simetría, y los lados del ángulo son asíntotas.

Para un punto m' situado en el ángulo (3) se encontraría un resultado análogo. Pero en los ángulos (2) y (4) varía todo completamente, y la dirección de la resultante no pasa por el vértice del ángulo.

Consideremos, en efecto (fig. 9), el punto m situado en el ángulo (2), tracemos om , llamemos ω al ángulo com , y observemos



que $c'om = \omega - \alpha$. Las fuerzas que las dos corrientes ejercen sobre el átomo situado en m están representadas por,

$$mf = \frac{A}{d} \quad \text{y} \quad mf' = \frac{A}{d'},$$

y la resultante R está dada por la relación

$$R^2 = A^2 \left(\frac{1}{d^2} + \frac{1}{d'^2} + \frac{2 \cos \alpha}{dd'} \right)$$

pero $d = \rho \sin \omega$ y $d' = \rho \sin (\omega - \alpha)$.

Luego

$$R^2 = \frac{A^2}{\rho^2} \left(\frac{1}{\sin^2 \omega} + \frac{1}{\sin^2 (\omega - \alpha)} + \frac{2 \cos \alpha}{\sin \omega \sin (\omega - \alpha)} \right)$$

y la ecuación de una línea isodinámica en el ángulo (2) será

$$\rho = k \sqrt{\frac{1}{\sin^2 \omega} + \frac{1}{\sin^2 (\omega - \alpha)} + \frac{2 \cos \alpha}{\sin \omega \sin (\omega - \alpha)}}$$

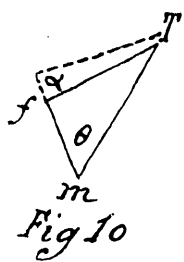
haciendo $k = \frac{A}{R}$.

Para $\omega = \alpha$ y $\omega = \pi$, $\rho = \infty$; y por consiguiente, los lados del ángulo son asíntotas de la curva, y cuando el punto m se encuentra en la bisectriz del ángulo,

$$\omega - \alpha = \frac{\pi - \alpha}{2}; \quad \omega = \frac{\pi + \alpha}{2}; \quad \sin \omega = \sin (\omega - \alpha) = \cos \frac{\alpha}{2}$$

de modo que

$$\rho = k \sqrt{\frac{2(1 + \cos \alpha)}{\cos^2 \frac{\alpha}{2}}} = 2k.$$



Calculemos el ángulo $fmr = \theta$, que forma la resultante con el eje polar co . El triángulo fmr (fig. 10) da

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{sr}{ms} = \frac{fr \sin \alpha}{mf + fr \cos \alpha} = \frac{\sin \alpha}{\frac{d'}{d} + \cos \alpha}$$

$$= \frac{\sin \alpha \sin \omega}{\sin (\omega - \alpha) + \cos \alpha \sin \omega} = \frac{\sin \alpha \sin \omega}{2 \sin \omega \cos \alpha - \sin \alpha \cos \omega}$$

de donde

$$\cot \theta = 2 \cot \alpha - \cot \omega.$$

Como comprobación, supongamos el punto m en la bisectriz; entonces

$$\omega = \frac{\pi + \alpha}{2}, \quad \cot \omega = -\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \quad \text{y} \quad 2 \cot \alpha - \cot \omega = \cot \frac{\alpha}{2};$$

de donde

$$\theta = \frac{\alpha}{2}$$

y mr es perpendicular a om .

Del precedente estudio resulta que el lugar geométrico de los puntos del plano en que la fuerza impulsiva tiene la misma intensidad se compone de cuatro ramas hiperbólicas que tienen por asíntotas las mismas direcciones de las dos corrientes, y los cuatro vértices de estas curvas se encuentran en las bisectrices de los ángulos, que son ejes de simetría.

Antes de terminar este párrafo, volvamos a la consideración de un punto cualquiera del espacio, ya estudiado al principio. Hemos dicho que el valor de la resultante está dado por la ecuación

$$R^2 = A^2 \left(\frac{i^2}{d^2} + \frac{i'^2}{d'^2} + \frac{2ii' \cos \alpha}{dd'} \right)$$

y hubiéramos podido añadir, según la figura, que está en un plano paralelo a las dos corrientes. Hemos dado también la ecuación de las superficies isodinámicas

$$(1) \quad \frac{i^2}{d^2} + \frac{i'^2}{d'^2} + \frac{2ii' \cos \alpha}{dd'} = \text{Const.}$$

Investiguemos ahora el lugar geométrico de los puntos en

que las resultantes son al mismo tiempo iguales y paralelas.

Sean m y μ (fig. 11) dos puntos del espacio en que los átomos de éter, bajo la influencia de las corrientes cc' , $c'c'$, están solici-

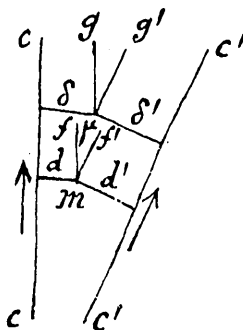


Fig. 11

tados por las fuerzas paralelas mf y μg , mf' y $\mu g'$, cuyas relaciones son

$$\frac{mf}{mf'} = \frac{id'}{i'd} \quad \text{y} \quad \frac{\mu g}{\mu g'} = \frac{i'd'}{i'd}.$$

La condición para que las resultantes de la acción de las corrientes sobre los dos átomos sean paralelas, está expresada por la igualdad

$$\frac{mf}{mf'} = \frac{\mu g}{\mu g'} \quad \text{o} \quad \frac{d'}{d} = \frac{\delta'}{\delta}.$$

Luego el lugar de los puntos en que las resultantes son a la vez iguales y paralelas está dado por la intersección de la superficie isodinámica (1) y de una nueva superficie que podemos llamar isoclínica, á saber:

$$\frac{d}{d'} = \text{Const} = \frac{m}{n}.$$

Cuando las corrientes angulares se cruzan en un punto o , esta última es cónica. Porque si un punto m le pertenece, todos los de la recta om le pertenecerán también, puesto que para todos ellos la razón $\frac{d}{d'}$ es la misma. Esta superficie corta al plano de las corrientes según dos rectas fáciles de determinar.

Tracemos, en efecto, dos paralelas á oc y dos á oc' , tales que sus distancias á las corrientes sean m y n (fig. 12). Al cortarse,

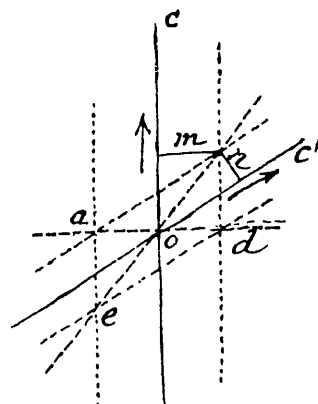


Fig. 12

formarán un paralelogramo cuyas diagonales ad y be serán las intersecciones de la superficie isoclínica con el plano de las corrientes. Si $m = n$, estas rectas son las bisectrices de los cuatro ángulos, y en este caso la superficie se reduce á los dos planos trazados por estas bisectrices perpendicularmente al plano de las corrientes.

(Se concluirá.)