

Si las curvas de la f. e. m. y de la corriente no son armónicas habrá que escribir:

$$e = E_1 \operatorname{sen}(pt - \theta_1) + E_3 \operatorname{sen}(3pt - \theta_3) + E_5 \operatorname{sen}(5pt - \theta_5) + \dots$$

$$i = I_1 \operatorname{sen}(pt - \delta_1) + I_3 \operatorname{sen}(3pt - \delta_3) + I_5 \operatorname{sen}(5pt - \delta_5) + \dots \quad (28)$$

Como el producto de dos armónicas de distinta frecuencia, una de la curva de la f. e. m. y otra de la de la corriente, no influye en el valor medio de la potencia durante un ciclo, es lógico establecer las ecuaciones siguientes para los dos componentes de la f. e. m., una en fase y otra en cuadratura con la corriente:

$$e_1 = E_1 \cos(\delta_1 - \theta_1) \operatorname{sen}(pt - \delta_1) + E_3 \cos(\delta_3 - \theta_3) \operatorname{sen}(3pt - \delta_3) + \dots$$

$$e_2 = E_1 \operatorname{sen}(\delta_1 - \theta_1) \cos(pt - \delta_1) + E_3 \operatorname{sen}(\delta_3 - \theta_3) \cos(3pt - \delta_3) + \dots \quad (29)$$

Las componentes de la corriente, en fase y en cuadratura con la f. e. m., están expresadas por las ecuaciones siguientes:

$$i_1 = I_1 \cos(\delta_1 - \theta_1) \operatorname{sen}(pt - \delta_1) + I_3 \cos(\delta_3 - \theta_3) \operatorname{sen}(3pt - \delta_3) + \dots$$

$$i_2 = I_1 \operatorname{sen}(\delta_1 - \theta_1) \cos(pt - \delta_1) + I_3 \operatorname{sen}(\delta_3 - \theta_3) \cos(3pt - \delta_3) + \dots \quad (30)$$

Si las armónicas $E_1, E_3, \dots, I_1, I_3, \dots$ son conocidas por estar hecho el análisis de las respectivas curvas, es, evidentemente, muy sencilla la formación de las ecuaciones de las componentes de la f. e. m. y de la corriente, que servirán para deducir las correspondientes a las curvas de las componentes de la potencia, como se verá más adelante; cuando tiene interés el conocimiento de la forma en estas curvas, hay que hacer la representación gráfica de sus ecuaciones, lo cual lleva mucho trabajo. Si la mayoría de las armónicas son pequeñas ó se pueden despreciar, la tarea se simplifica, porque sin cálculo alguno se pueden dibujar las curvas: basta fijar los puntos del eje de los tiempos, los máximos, los mínimos, y trazar luego á ojo la curva. La resultante de todas las armónicas se puede construir gráficamente, y sus ordenadas demostrarán lo que se separa la curva actual de la sinusoidal fundamental, la cual se puede dibujar con todo cuidado y corregirla después para obtener una representación suficientemente aproximada de la curva real.

5.ª—DEDUCCIÓN DE LAS ECUACIONES DE LAS CURVAS DE LAS COMPONENTES DE LA POTENCIA.

Las fórmulas que expresan los valores e_1, i_1 y e_2, i_2 se obtienen multiplicando las ecuaciones (29), por la segunda de las (28). En la componente e_1, i_1 habrá, además de la serie de términos constantes correspondientes á la potencia media, otra serie de términos de la forma

$$P \operatorname{sen}(mpt - \delta_m) \operatorname{sen}(npt - \delta_n)$$

con los que se pueden formar dos grupos, por virtud de la relación

$$2 \operatorname{sen}(mpt - \delta_m) \operatorname{sen}(npt - \delta_n) = \cos[(m-n)pt - (\delta_m - \delta_n)] - \cos[(m+n)pt - (\delta_m + \delta_n)]$$

y, por último, se pueden reunir en un solo término todos los que se refieren á la misma frecuencia, en los que entra como factor

el seno de esta última, resultado á que se llega con las ecuaciones antes establecidas.

En la componente e_2, i_2 entran términos de la forma

$$Q \operatorname{sen}(mpt - \delta_m) \cos(npt - \delta_n)$$

las que se pueden descomponer en dos series si se hace uso de la relación

$$2 \operatorname{sen}(mpt - \delta_m) \cos(npt - \delta_n) = \operatorname{sen}[(m+n)pt - (\delta_m + \delta_n)] - \operatorname{sen}[(m-n)pt - (\delta_m - \delta_n)]$$

y entonces todos los términos de la misma frecuencia se pueden agrupar si se aplican las siguientes ecuaciones de transformación:

$$M_1 \operatorname{sen}(2npt - \alpha_1) + M_2 \operatorname{sen}(2npt - \alpha_2) + M_3 \operatorname{sen}(2npt - \alpha_3) + \dots = N \operatorname{sen}(2npt - \gamma) \quad (31)$$

$$N^2 = [M_1 \operatorname{sen} \alpha_1 + M_2 \operatorname{sen} \alpha_2 + M_3 \operatorname{sen} \alpha_3 + \dots]^2 + [M_1 \cos \alpha_1 + M_2 \cos \alpha_2 + M_3 \cos \alpha_3 + \dots]^2$$

$$\operatorname{tang} \gamma = \frac{M_1 \operatorname{sen} \alpha_1 + M_2 \operatorname{sen} \alpha_2 + M_3 \operatorname{sen} \alpha_3 + \dots}{M_1 \cos \alpha_1 + M_2 \cos \alpha_2 + M_3 \cos \alpha_3 + \dots} \quad (32)$$

El problema de determinar las ecuaciones de las curvas que representan e, i y e_2, i_2 no se diferencia en nada esencial de las consideraciones que preceden.

Los detalles de los cálculos correspondientes se exponen con toda claridad en los ejemplos 13 a y 13 b.

El trabajo que exigen los cálculos aumenta rápidamente con el número de armónicas de las curvas de la f. e. m. y de la corriente, y si no fuera por el que lleva el cálculo de las ordenadas de las curvas componentes de la f. e. m. y de la corriente, sería más fácil hacer el análisis de las curvas en función de una serie de ordenadas, como se hace en el ejemplo 12 para obtener la curva de la potencia total.

(Continuará.)

Puerto de Huelva (1)

CONDICIONES ECONÓMICAS DE LAS OBRAS

Artículo 1.º Presupuesto.—Dedicado este artículo á justificar las mediciones de las obras y los precios que se adoptan para su valoración, no diremos aquí más que el presupuesto general consta de siete presupuestos parciales con los siguientes títulos:

- 1.º Presupuesto del movimiento de tierras.
- 2.º Presupuesto del muro de muelle en un metro de longitud.
- 3.º Presupuesto de una escalera intermedia doble.
- 4.º Presupuesto de una escalera extrema.
- 5.º Presupuesto de los espigones de abrigo.
- 6.º Presupuesto de un flotador.
- 7.º Presupuesto de las obras accesorias.

Finalmente, reuniendo estas valoraciones en cuatro grupos, tendremos el presupuesto general de la obra dividido en otros tantos artículos, que son: «Explanación», «Obras de fábrica», «Obras accesorias» y «Obras auxiliares», cuyos importes reunidos ascienden á la cantidad de 6.231.803,90 pesetas.

Teniendo en cuenta la división que hemos hecho, según el

(1) Véase el número anterior.

procedimiento de construcción que conviene emplear, y aplicando al grupo de obras por administración un aumento de 3 por 100 por imprevistos y otro del 2 por 100 por accidentes, según está ordenado para obras de esta clase, y á las que deben hacerse por contrata el reglamentario del 17 por 100, tendremos en conjunto:

	Pesetas.
Presupuesto de las obras por administración	3.021.241,16
Idem de las obras por contrata.....	3.924.684,69
IMPORTE TOTAL DE LAS OBRAS.....	6.945.925,85

Esta importante suma exige que antes de terminar esta Memoria hagamos algunas consideraciones que permitan apreciar fácilmente si es superior á la que se ha venido empleando en este puerto de Huelva en los muelles que hasta aquí se han construido.

Empecemos observando, teniendo á la vista los planos de emplazamiento y estado de cubicaciones, que con este muelle de fábrica se mejorará notablemente el fondeadero, ensanchándolo 67 metros en una zona de 1.200 metros de largo, lo cual exigirá el dragado de 402.469,812 metros cúbicos, que al precio de 0,61 pesetas contratado con la casa que está haciendo los de esta ría, valen 245.506,58 pesetas, los cuales deberían ser cargados á dragados y abonados al presupuesto de este muelle.

De otra parte, el emplazamiento del muro permite ganar á la ría, convirtiéndola en zona terrestre, una extensión de unos 1.100 metros de largo por 90 de ancho, ó sean próximamente 99.000 metros cuadrados, que son de grandísima utilidad para el desenvolvimiento del puerto, que es actualmente muy difícil, porque los terrenos de la estación del ferrocarril de Zafra divide la zona de servicio actual en dos secciones separadas por otra muy estrecha, que viene á producir una especie de estrangulamiento en la distribución general de los servicios, cuya consecuencia natural es una gran perturbación para las corrientes del tráfico.

El valor de este terreno se puede deducir teniendo en cuenta que los que posee la Junta de Obras en la parcela que figura en el plano cerca de la estación de Sevilla, fueron valorados por un Perito, en el *Proyecto del suministro del fluido eléctrico para las máquinas y alumbrado del puerto*, á razón de 33 pesetas por término medio. También es otro dato de comparación la tasación oficial del Ayuntamiento para los solares de las calles Odíel, Gibraltón y Almirante Hernández Pinzón, en las secciones inmediatas á nuestra plaza de ingreso señalada en el plano, las cuales varían entre 35 y 40 pesetas.

Con estos datos no puede rechazarse por exagerado el precio de 30 pesetas por metro cuadrado, que se admitió en los datos que remitimos á la Dirección general en 20 de Enero del año, actual, de los cuales resulta para esta zona el valor allí consignado de..... 2.970.000,00

Sumada esta partida con la anterior de.... 245.506,58

tendremos un total que asciende á..... 3.215.506,58
el cual, rebajado del presupuesto total de..... 6.945.925,85

reduce el verdadero gasto de esta obra á..... 3.730.419,27

Dividiendo esta última cantidad por la longitud del muro (1.200 metros), obtendremos un gasto por metro lineal de pesetas 3.108,68.

Hay que observar ahora que el muelle provisional de hierro y madera terminado en 1888, y cuya vida toca ya á su término, costó en total 974.298,74 pesetas, y como su línea de atraque

es de 310 metros, resulta la unidad á 3.143 pesetas. Dividiendo también el coste del muelle Norte, que ha sido muy cerca de 2 millones de pesetas por sus 500 metros de línea de atraque, resulta un gasto de 4.000 pesetas por metro.

Si se tiene en cuenta, además, la costosa conservación que estos muelles exigen y su poca duración en las aguas ácidas del Odíel, no quedará duda de la conveniencia económica del muelle de fábrica, definitivo objeto de este proyecto.

Art. 2.º—Recursos para la construcción de esta obra.—Esta obra puede desarrollarse en cuatro años; vamos á examinar la situación económica de la Junta, para ver de qué medios puede disponer para empezar la construcción cuando el proyecto reciba la aprobación de la Superioridad y terminarla en aquel plazo.

Aunque los ingresos van aumentando gradualmente, podemos tomar como base para el cálculo los del año de 1911, deducidos por los ocho primeros meses, en los cuales la recaudación ha ascendido á 1.429.818,92 pesetas. Según esto, el ingreso anual debe ser la referida cantidad multiplicada por 1,50, ó sean 2.144.728,38 pesetas.

Los gastos anuales corrientes é imprescindibles, son los que siguen:

<i>Dirección facultativa</i>	Personal.....	105.747,50	124 997,50
	Gastos generales.....	19.250	
<i>Servicio administrativo</i>	Personal.....	45.190	110 890
	Material.....	38.700	
	Montepío.....	27.000	
Inspección técnica de las obras.....			3.500
Idem administrativa.....			3.880
Conservación de las obras.....			151.270,32
Explotación de los muelles.....			602.378,88
Dragados de la barra.....			125.000
<i>Dragados del interior de la ría</i>	Por administración....	300.000	954.500
	Concurso.....	500.000	
	Obra.....	74.500	
	Vaciaderos.....	80.000	

TOTAL DE LOS GASTOS ANUALES CORRIENTES... 2.076.416,70
CANTIDAD DISPONIBLE ANUALMENTE..... 68.311,68

Vemos, pues, que aunque redujéramos los gastos á los dragados, la cantidad disponible de los ingresos anuales puede decirse que es nula, pues la que hemos deducido más arriba debe considerarse tan sólo como reserva para cualquier obra ó reparación imprevista y urgente.

El valor de esta construcción asciende, según se ha dicho, á 6.945.925,85 pesetas, que, repartidas en los cuatro años que debe durar, da un gasto anual de 1.736.481,46 pesetas, las cuales hay que agenciar reforzando los ingresos cuanto prudentemente pueda hacerse y recurriendo al crédito.

Los ingresos ordinarios que actualmente se perciben, no deben destinarse á esta obra, aplazándola hasta que los dragados se terminen, pues dichos ingresos tienen aplicación en otras construcciones comprendidas en el plan general de obras del puerto, las cuales ascienden á 6.654.915,53 pesetas, que serían relegadas á un plazo muy lejano si no se apelase á un empréstito para terminar pronto el muelle.

En un puerto como éste, donde el ingreso anual pasa de 2 millones de pesetas, está perfectamente justificado que se apele por primera vez al crédito para obtener una cantidad pequeña, relativamente, á la entidad de sus medios de vida.

RESUMEN

De cuanto queda expuesto en esta Memoria, resulta:

1.º Que estando ya atendido el tráfico de minerales, que constituye la parte principal del movimiento actual del puerto,

es tiempo de que nos ocupemos del servicio de mercancías generales, que son las que han de darle vida en lo futuro, y para esto precisa dotarlo de cómodos y amplios muelles, y de todos los elementos auxiliares necesarios, para que el tráfico de dichas mercancías generales sea tan expedito y económico que, al impulso de estas facilidades, se vayan desarrollando las industrias existentes y creándose otras nuevas, basadas en los numerosos e importantes elementos que existen en la zona servida por el puerto, la cual se irá ensanchando a medida que las condiciones de éste sean más perfectas.

2.º Que este fin no puede conseguirse restaurando el muelle provisional de mercancías generales que hoy existe, pues a más de que tal obra sería muy costosa, nunca serviría más que para los buques de poco calado, que poco a poco van desapareciendo ante la competencia de los de alto bordo.

3.º Que los muelles verdaderamente definitivos han de ser de los llamados de ribera, contruidos de fábrica, como los que aquí se proyectaron primero y fueron aprobados por la Superioridad en Agosto de 1880, y de los cuales se desistió ante experiencias practicadas para determinar la resistencia del terreno de fundación, de las que dedujeron que éste no podía resistir el peso de esta clase de construcciones.

4.º Que tanto por no haber sido bien interpretados los resultados de las experiencias mencionadas, como por disponer actualmente el arte de la construcción de recursos que el año 1880 no existían, creemos haber demostrado la posibilidad técnica de levantar aquí muelles de fábrica, toda vez que las dragas que hoy tenemos permiten sustituir el fondo fangoso por otro más resistente, y con el hormigón armado, cuyo uso es ya frecuente, se pueden construir muros de gran resistencia y de poco peso.

5.º Finalmente, que la obra proyectada, lejos de ser más costosa que los muelles de hierro aquí contruidos, es bastante más económica, no sólo desde el punto de vista de su mayor duración y menor gasto de sostenimiento, sino también si se con-

sidera su valor intrínseco, teniendo en cuenta el ensanche del fondeadero y de la zona terrestre que su construcción reportará.

Terminaremos manifestando que la importante cantidad que esta obra representa no puede ser obstáculo para que se autorice su construcción, toda vez que se trata del que es ya segundo puerto de España, desde el punto de vista de su tráfico, y podría ser el primero, fomentando y protegiendo convenientemente los elementos industriales y mercantiles que existen en su zona.

Quando este muelle esté construido y provisto de todo su utillaje e instalaciones complementarias, los importantes dragados que actualmente se hallan en vías de ejecución se habrán terminado, permitiendo que los grandes buques circulen fácilmente por la ría, en cuya orilla izquierda se extenderá una explanada de 5 kilómetros de longitud, formada con los productos del dragado, donde podrán establecerse cuantas Empresas industriales quieran aprovechar estas ventajas.

Huelva tendrá entonces todo lo necesario para que sus privilegiados minerales de azufre, que hoy son exportados hasta países tan lejanos como Australia, puedan ser beneficiados aquí, donde podría establecerse el centro productor de abonos minerales más importante de Europa.

Tampoco habría dificultad material para que el cobre y el hierro de sus minas y el corcho de las extensas dehesas de su zona fueran manufacturados aquí, y entonces bien podría asegurarse que esta región no sólo ganaría enormemente en sus intereses materiales, sino que también su nivel intelectual y moral se elevarían, puesto que el papel un poco depresivo que actualmente desempeña de *cantera de primeras materias*, que otras naciones más adelantadas explotan, se cambiaría en el de *productora* de artículos de gran utilidad que de todas partes serían solicitados.

FRANCISCO MONTENEGRO,
Ingeniero Director de las obras del puerto de Huelva.

Revista de las principales publicaciones técnicas.

Dique de piedras sobre fajinada del puerto de Rangoon (Birmania inglesa).

Se acaba de verificar en Rangoon la terminación de un dique destinado a proporcionar una importante mejora a su puerto que había venido a ser indispensable desde hacía varios años. Esta obra ha sido construida en condiciones particulares que es interesante señalar, y esto es lo que vamos a hacer extractando el artículo que sobre este asunto publica recientemente M. P. C. en *Le Génie Civil*.

La ciudad de Rangoon, capital de la Baja Birmania inglesa, está situada a 60 kilómetros próximamente del golfo de Martaban, en el Océano Indico, pero posee un puerto importante sobre el río de Rangoon.

Este río está formado por la reunión de los ríos Hlaing y Panhlaing, siendo este último en realidad uno de los brazos del delta del Irranadi, el caudaloso río que atraviesa la Birmania de Norte a Sur.

El río de Rangoon recibe, 5 kilómetros agua abajo de la ciudad, al de Pegu y al torrente de Pazundaung.

Todos estos cursos de agua transportan grandes cantidades de aluviones, y presentan en alto grado los caracteres de los ríos de cauce móvil.

En particular, inmediatamente agua arriba de Rangoon el

río forma un recodo muy pronunciado (fig. 1.ª), estando la población situada en la orilla convexa. El caudal del río es, por término medio, de 10.000 metros cúbicos por segundo y la velocidad de la corriente de 1,20 metros, también por segundo.

Como sucede siempre en casos semejantes, el río tiende constantemente a socavar la orilla cóncava, y al mismo tiempo a depositar grandes cantidades de aluvión en el borde de la orilla convexa. En la figura 1.ª pueden verse los movimientos sucesivos de la orilla cóncava desde 1824.

Esta corrosión continua había dado por resultado alejar cada año más el canal navegable del puerto de Rangoon, y, por el contrario, formarse anchos bancos de arena hacia la orilla izquierda, inmediatamente agua arriba de la población. Por otra parte, la corriente, procedente de la marea, estrechaba aún más el canal, relativamente estrecho agua abajo de Mower's Point, y resultaba una corrosión del fondo del río y el hundimiento de los muelles del puerto, haciendo, además, difícil el anclaje de los buques por las corrientes que se producían durante la marea.

Desde 1880 se habían estudiado diversos proyectos para volver a llevar al río a su lecho primitivo agua arriba de la población. En 1903 se reconoció definitivamente que, si no se obligaba al río a permanecer en su antiguo cauce, por medio de un dique establecido siguiendo la antigua orilla, la destrucción del puerto de Rangoon se verificaría en fecha muy próxima.