

rias, puentes metálicos, etc., los estima por datos tomados en Francia, a razón de 3 000 francos por kilómetro, y así se obtienen las cantidades del presupuesto para una red de 11 389 km.

Al final de la Memoria se añade una nota en la que se dice, que el presupuesto anterior es muy corto, por haber estado informado escasa y hasta erró-

neamente respecto a los precios de reforma del material móvil, que eran muy distintos, por no haber tenido en cuenta estaciones de empalme y otras instalaciones provisionales necesarias y por haber suprimido los intereses del capital.

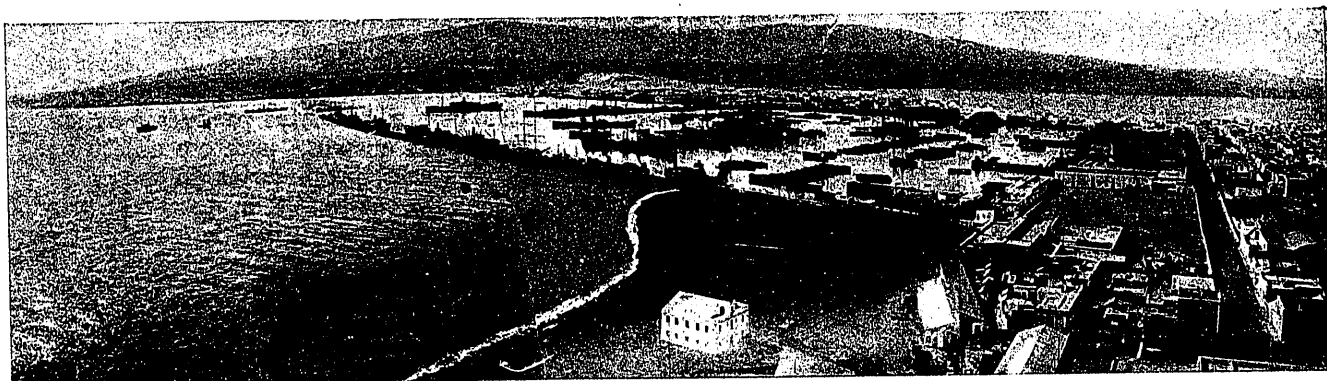
Teniendo en cuenta todo esto, termina diciendo que la cifra del presupuesto llega a 211 millones.

Vicente MACHIMBARRENA

Las obras en el puerto de La Luz

Fué obligado visitar, en el reciente viaje a Gran Canaria del Excmo. Sr. Presidente del Consejo de ministros, las obras que se ejecutan en el puerto de La Luz para su ampliación, respondiendo a la nece-

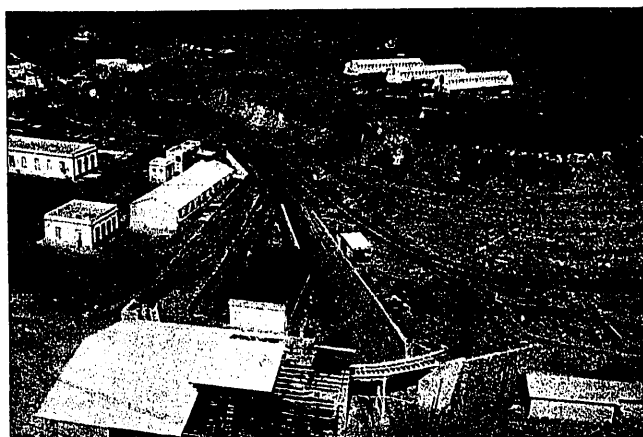
obras estaban indicadas, por ser el puerto de La Luz el español de mayor tráfico de buques, los que no podían quedar al abrigo de las obras, y el octavo de los europeos, así como el sexto de los españoles, en



Vista general del puerto.

sidad de su tráfico y al deseo unánime de la Isla, que lleva tantos años luchando por plasmar lo que un día creyó una ilusión irrealizable.

Se trata de la construcción de un dique de 2 603 m de longitud que, al abrigar una mayor extensión de su rada, permita la construcción de un muelle de atraque frente de una amplia explanada y convierta



Parte de las canteras con un tren a la carga y otro que acaba de subir por la rampa. En primer término, la instalación de machaqueo; detrás, el cocherón de locomotoras, cuya cubierta son depósitos de agua dulce y salada. En último término, a derecha e izquierda, edificios militares.

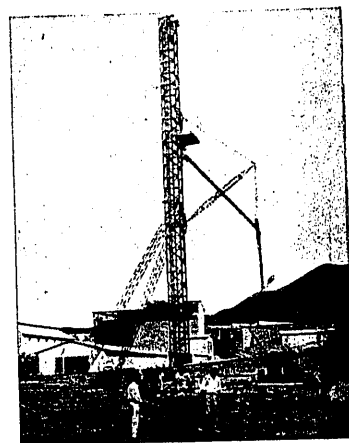
el actual dique rompeolas en muelle abordable a la navegación por ambos lados.

Penoso y largo fué el camino que se hubo de seguir para llegar a la realización, pues si bien las

cuanto a tráfico comercial, la importancia del presupuesto, 40 millones de pesetas, obligaba a operaciones financieras complicadas, a pesar de su exceso de ingresos sobre gastos por arbitrios, que se pueden calcular en un millón de pesetas anual. Fué preciso la gran comprensión de nuestro actual ministro, el que modificó totalmente la política portuaria, haciéndose cargo el Estado de las necesidades más elementales de los puertos y proponiéndose, por medio del presupuesto extraordinario, llevarlas a cabo en un plazo de diez años, en la seguridad de que sólo se trataba de un adelanto bien reproductivo, pues baste decir que, en lo que a este puerto se refiere, el dinero hasta hoy gastado produce un interés superior al 8 por 100.

Nos cupo el honor de ser nosotros los que allanásemos las últimas dificultades y comenzásemos las obras, subastadas a favor de la Sociedad Metropolitana de Construcción de Barcelona, S. A., durante el año 1927.

Es tal el desarrollo que han tomado en el año y medio que se lleva de ejecución, que no es extraño



Torre para cievlar el hormigón. A la izquierda, almacén de cemento y machacadoras. En el centro, la rampa.

que produjese en el ánimo del ilustre visitante la grata impresión que tuvo la amabilidad de manifestarnos, y que yo trasladé a los que sirven a mis órdenes y a la Empresa constructora, tan bien dirigida por el ingeniero H. Speth.

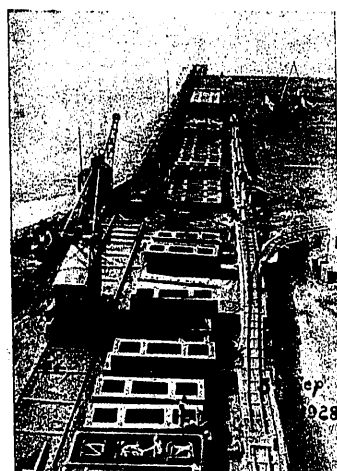
Creemos de interés el facilitar algunos datos técnicos de la obra, acogiéndonos a la proverbial amabilidad del órgano del Cuerpo donde nos honramos en servir.

Tiene por objeto el proyecto completar el abrigo



Vista parcial del taller de bloques.

natural que ofrece el istmo que une la Isla, de planta circular y de 50 km de diámetro, con la Isleta, montes volcánicos que, formando una avanzada de la Isla al NE, abrigan de los vientos del tercero y cuarto cuadrantes, siendo estos últimos los dominantes. Para ello se arranca de la Isleta con un dique, que es muro de contención de un terraplén en 561 m y luego dique aislado en 2 042 m, formado por bloques concertados con paramento vertical en ambos frentes y al que atracarán los grandes buques para aprovisionarse de combustible líquido y agua potable. Sus calados variarán de 12 a 18 m, y por él correrán las tuberías en una galería visible.



Bloques huecos y grúas para su manejo sobre la parte construída del dique.

Perpendicularmente al dique se construirá un muro de muelle, también de atraque, con calados de 8 a 12 m, de 290 m de longitud, y el que servirá para el desarrollo del tráfico de transbordos, tan indicado en este puerto, donde, por su posición geográfica, tocan diversas líneas de navegación, que van de Europa a Suramérica, de Europa y de Norteamérica a África y Australia, y las que, aprovechando el régimen de puertos francos aquí establecido, podrán dejar las mercancías que transporten y que hayan de coger los buques de las otras líneas.

Por fin, se ensanchará el actual dique, convertido en muelle, parte por la gran explanada de que hemos hecho mención, 285 m, y otros 230 m por la

construcción de un muro de muelle exterior y rellenos entre ambos, quedando de un ancho de 59 m.

El fondo de la obra es roca volcánica apenas recubierta de arena, y se hace horizontal por medio



El Titán trabajando en las obras de Ampliación.

de sacos de hormigón, después de limpiada aquélla.

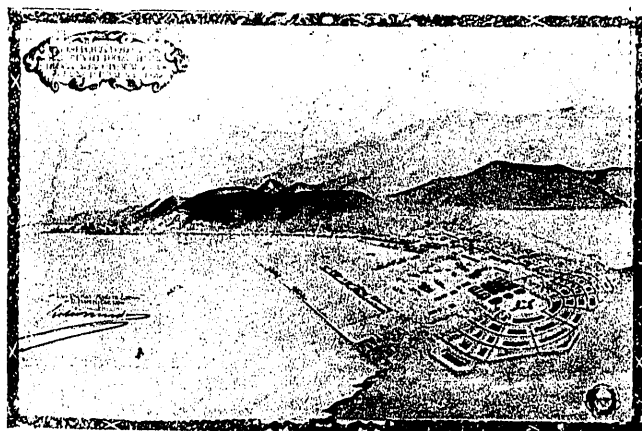
Supone la fábrica de bloques 600 000 m³ y los rellenos 1 200 000, y todos los productos se extraen de la Isleta, cedida en parte para ese objeto por las autoridades militares, propietarias de toda ella.

Se aprovecha la roca basáltica, que no se presenta en grandes bloques para utilizarla como escollera, para obtener de ella la piedra partida para hormigones, la arena y el polvo a la finura del cemento, el que se mezcla con éste en la proporción aconsejada para la puzolana. La tierra y lava se emplean para rellenos.

Se obtiene un hormigón excelente, de 2,3 de densidad y de resistencia a la compresión de 190 y de 272 kg a los veintiocho y ochenta y cuatro días, respectivamente, y cuya composición es, por metro cúbico:

Piedra basáltica.....	890 litros
Arena.....	540 »
Cemento.....	200 kg
Polvo basáltico.....	100 »

El motivo de emplear el polvo basáltico como puzolana es por ser la composición química de las rocas



Perspectiva del puerto cuando las obras estén terminadas.

eruptivas la misma que la del picón o puzolana canaria, ya que su proceso de formación es el mismo, y obtener mejores resistencias con el polvo basáltico y ser más sencilla su trituración.

La zona de extracción está a la cota de 20 m, y se emplean para la excavación tres grúas-palas de 1 y 2 y $\frac{1}{4}$ m³, unas movidas a vapor y otras con motor de aceite. Con ellas se cargan los trenes, formados por siete locomotoras de 180 CV y sesenta y tres vagonetas metálicas de 5,50 m de capacidad cada una y vertido semiautomático. Estos trenes circulan por una rampa al 5 por 100 cuando bajan material de rellenos, y pasan sobre ella por puentes de hormigón para ir a la estación de machaqueo, de capacidad de trabajo de 700 m³ en ocho horas y formada por muelas, cilindros y bolas, elevadores y transportadores, clasificadores, básculas automáticas y movimiento total eléctrico, mediante una energía de 650 CV que suministra en alta la Sociedad de Electricidad de Las Palmas.

Los productos fabricados se almacenan en silos, de 2 000 m³ de capacidad y de hormigón armado, que permiten el paso, por su parte inferior, de unos pequeños trenes, constituidos por automotores Diesel y vagonetas, que los conducen a una hormigonera, de capacidad de 30 m³ por hora, instalada al pie de una torre metálica, de 60 m de altura, y que, por medio de un elevador, lleva el hormigón al principio de una canal giratoria que abanica el taller de bloques, situado en los terrenos ya ganados al mar con el terraplén.

Se construyeron primeramente bloques huecos sin fondo, de hormigón y de 15 toneladas, los que se superponían y rellenaban en obra con el mismo hormigón, sistema necesario para el avance y construcción del primer relleno, y para lo que aún no se

disponía de las grúas titanés, de las que hoy hay una instalada, de 90 toneladas y 50 en su extremidad y 15 m de pluma, estando para venir otra, de igual potencia y 27 m de alcance, la que se dedicará al dique aislado, mientras la actual construye los muros de muelle.

Se dispone de dos puentes-grúas, uno para los moldes metálicos y el otro para los bloques, los que se transportan, por medio de carretones especiales sobre seis ejes y una locomotora de vapor, hasta los titanés.

Los bloques son de seis dimensiones y pesos desde 26 a 92 toneladas, y hay que fabricar al día y colocar en obra hasta 600 m³ para terminar la obra en el plazo señalado, que es el de ocho años, a contar de su comienzo.

Se emplean en la actualidad cuatrocientos obreros, y de ellos quince buzos.

Falta proyectar la urbanización del muelle, dotándolo de depósitos de aceites pesados, almacenes, muelles, grúas y toda clase de medios de descarga y transporte, alumbrado, locales para servicios, etc., trabajos en los que se ocupa la Dirección facultativa.

Se abrigarán con estas obras 180 hectáreas más que en la actualidad, y se dispondrá de una línea de atraque de 2 612 m, pudiendo con facilidad hacer sus operaciones toda clase de buques en espacio completamente abrigado, y adelantándose nuestra nación a la competencia que le hacen los puertos franceses de Dakar y Casablanca, en la costa de Africa, y los portugueses de Cabo Verde y Funchal, en las islas vecinas.

Julio RODRIGUEZ DE RODA
Ingeniero director de los puertos de
La Luz y Las Palmas.

La Economía matemática

I

La primera cuestión que se ofrece al investigador científico cuando intenta la aplicación de los métodos cuantitativos a la determinación de las leyes por las que se rige un fenómeno físico cualquiera, es descubrir y diferenciar todos los elementos en cuya distinta apariencia en el tiempo consiste el fenómeno, y ver si dichos elementos pueden ser representados por símbolos matemáticos en consonancia con ellos.

Estos elementos son siempre muy numerosos y de muy distinta índole. Si hubieran de tenerse en cuenta todos ellos, el problema sería de una dificultad extraordinaria y en muchos casos completamente inabordable. Hay que proceder con la debida separación, agrupando las variables que pueden sufrir variaciones por acciones de igual naturaleza, estableciéndose así una primera clasificación de las ciencias físicas.

Dentro de cada fenómeno especial cabe todavía establecer una segunda clasificación.

Puede hacerse un primer estudio del problema utilizando solamente los elementos esenciales del fenómeno, eliminando todo aquello que no sea propiamente fundamental; y un segundo estudio complementario, en el que se concreten los resultados del anterior, agregando las variables eliminadas que con las fundamentales integran el fenómeno to-

tal. Es construir un esquema con las líneas principales, creando una ciencia *pura*, a base de un fenómeno ideal, puramente abstracto, para trazar después con mayor claridad y acierto el esquema más complejo del fenómeno real y concreto de la ciencia *aplicada*.

Las leyes de un fenómeno no son otra cosa que relaciones de mutua dependencia entre las distintas variables que lo simbolizan, y para llevar a efecto su investigación pueden emplearse dos métodos: el *inductivo* y el *deductivo*. Es propio el primero de las ciencias de *experimentación* y de las de *pura observación*; corresponde el segundo a las ciencias *racionales*.

El método deductivo es el de las ciencias más perfeccionadas, y parte de tesis sentadas *a priori*, postulados o principios, para deducir de ellos por mero razonamiento las leyes del fenómeno. En las ciencias de experimentación se procede de otro modo: después de separar y diferenciar las variables o parámetros del fenómeno, el experimentador altera voluntariamente las condiciones de éste y observa y determina las variaciones que sufren estos parámetros, registra sus valores y fija, finalmente, las relaciones que entre ellos se descubren.

En las ciencias de observación pura, los fenómenos se desarrollan en regiones en las cuales el observador no puede ejercer su poder; no le es dado, como al experimentador, alterar y modificar las condiciones del