

vigas sin mancharlas. Las aceras vierten hacia fuera. Van provistas de angular de defensa del borde, y exteriormente tienen goterón.

La barandilla del tramo central es de hierro galvanizado y la de los laterales de hormigón armado,

en consonancia con el grado de robustez que conviene que presenten ambas fábricas.

Acompañamos fotografías de diversas fases de la obra, de la que seguiremos hablando en nuevo artículo.

L. G. OVIES
Ingeniero jefe de Caminos

Averías en cajones de hormigón armado empleados en la construcción de diques de abrigo

En el número de la REVISTA correspondiente al 1.º de diciembre último aparece un artículo de P. Aragonés describiendo y comentando una avería ocurrida en un cajón de hormigón armado colocado en el puerto de San Esteban de Pravia.

La circunstancia de haberse presentado una avería análoga, por no decir igual, en las obras del puerto de Llanes, de las que estoy encargado, y de cuyo proceso de formación he sido testigo, me permite ampliar un poco las ideas que sobre las causas de su iniciación indica acertadamente Aragonés, y, sobre to-

cos de lastre fijo que llevan, su desplazamiento total es de 1315 toneladas, lo cual les da un calado normal de 5,20 metros.

La primera dificultad con que tuvo que luchar el contratista fué la de elegir el lugar para ejecutar la grada de construcción y lanzamiento de los cajones, ya que, estudiado muy ligeramente este punto en el proyecto primitivo, resultó que en la ría de Llanes y costa inmediata no había lugar apropiado para la construcción, por carecer de calado suficiente en los puntos en los que había algo de abrigo. Por fin se hubo de recurrir a construirlos en la concha de Gijón, en lugar abrigado de los temporales del cuarto cuadrante por el dique Norte del Musel. El sitio escogido obligó a transportar los cajones a flote las 60 millas de distancia éntre Gijón y Llanes. Un temporal presentado durante el transporte de uno de ellos demostró las excelentes condiciones de estas estructuras en el mar, pues, a pesar de haberse perdido el remolque, el personal que iba a bordo no corrió peligro alguno.

En cambio, sus condiciones como objeto remolcado son pésimas. Con un remolcador de 750 CV y remolques de más de 200 metros no se pudo obtener más de dos millas por hora de velocidad de transporte.

La segunda dificultad encontrada, en cierto orden análoga a la fijada por Aragonés para los cajones de San Esteban, fué la de no poder entrar con los cajones en el puerto de Llanes, lo cual ha obligado a tenerlos en el puerto de construcción hasta el verano y transportarlos en esta época, dejándolos fondeados provisionalmente en una playa exterior sin abrigo, en espera de las condiciones de mar excepcionales que se necesitan para su colocación en obra.

En el caso de Llanes fué preciso decidir la colocación del primer cajón aún algo avanzada la estación, porque, para ejecutar el cimientó de sacos de hormigón sobre el que insiste aquél, hubo necesidad de volar unas rocas submarinas que eran las que constituían el único abrigo para la entrada del puerto, y, de no haberlo colocado, quedarían los pescadores expuestos a arriesgar sus vidas de un modo cierto durante las costeras del invierno.

Colocado el cajón felizmente en su asiento, se procedió inmediata y rápidamente a su relleno. El procedimiento empleado para ello difiere del señalado para San Esteban de Pravia en que se ha prescindido de la superestructura móvil de bloques de hormigón colocados sobre la cubierta: primero, porque esto exigía un medio auxiliar de gran importancia, titán o cabria flotante, desproporcionado con la cuan-

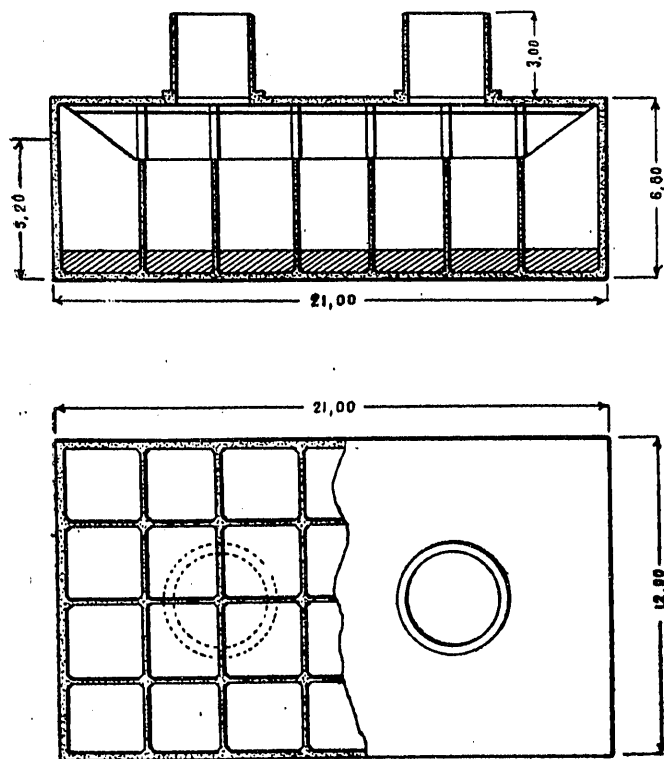


Fig. 1. Corte longitudinal y planta de los cajones del puerto de Llanes

do, justificarlas con fotografías tomadas oportunamente, es decir, oportunamente para que no sufriera la integridad personal del fotógrafo.

Los cajones empleados en el puerto de Llanes son solamente tres, que formarán un dique de una longitud teórica de 63 metros. Sus dimensiones son 21 metros de eslora, 12 de manga y 6,80 de altura exterior. Están dotados de cubierta y de dos chimeneas de acceso, de una altura de tres metros, para permitir la ejecución del relleno. Su peso en vacío es de 875 toneladas, y, teniendo en cuenta los 200 metros cúbicos

tía del presupuesto de esta obra, pero, sobre todo, porque tal superestructura móvil, colocada antes de rellenar el cajón, compromete, más que asegura, la estabilidad de éste al subir de un modo importante el centro de gravedad del conjunto y el de aplicación

repentinamente, casi podría decirse instantáneamente, en dos o tres golpes sucesivos de gran violencia se apreció la destrucción total de cubierta y chimeneas, dejando de un modo limpio y continuo los bordes superiores de frentes y costados.

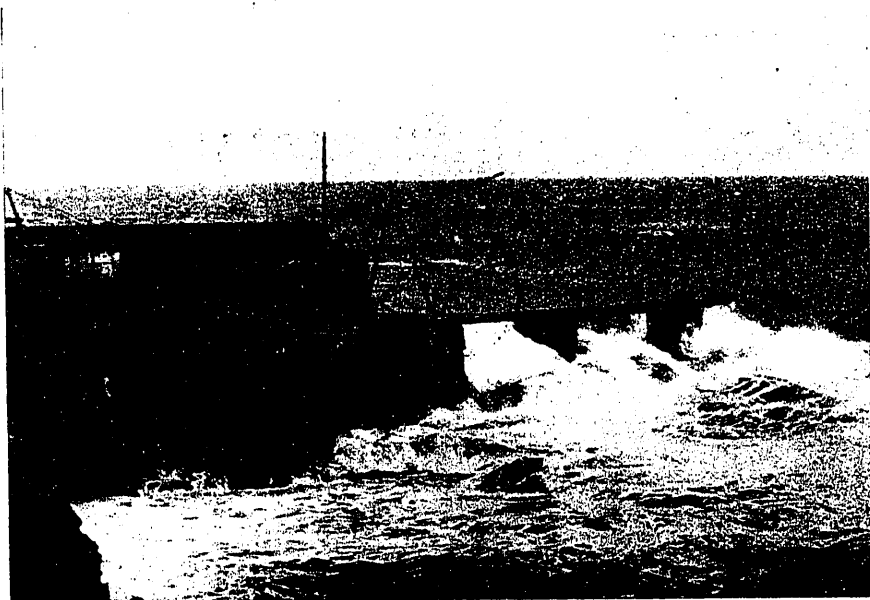
En los días siguientes fué imposible acercarse al cajón, aunque desde el punto de vista escogido se apreció que la continuación del temporal iba causando la degradación paulatina de los primeros metros de altura de frentes y costados, degradación que se suspendió al llegar a nivel de tabiques, en el que éstos producen un eficaz arriostramiento de aquéllos, en sustitución de la cubierta desaparecida.

En cuanto a la hipótesis de Aragonés para explicar la iniciación de la avería, estamos de acuerdo con ella. La cubierta, con las chimeneas, es arrancada por efecto de una presión de abajo hacia arriba, creada por la altura de la columna de agua que desciende sobre las chimeneas, y para la cual no han estado calculados los cajones. Al proyectar los primeros cajones con tapa o cubierta en el puerto del Musel —lo cual significó un gran avance con relación a

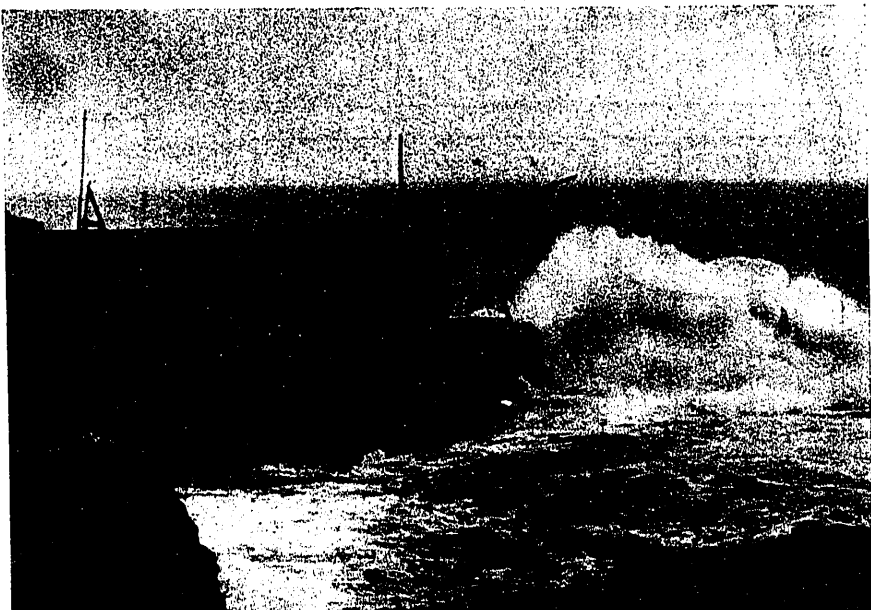
los antiguos sin ella— se supuso que esta tapa sólo estaría sometida, como sobrecarga extraordinaria, al paso sobre ella de una masa de agua de cuatro metros de altura, lo que, unido a su peso propio, daba una carga total de $4\,500\text{ kg/m}^2$. Nosotros creemos que la sobrecarga, no supuesta, que ha causado la rotura

del empuje para una ola determinada. Se decidió, en vista de esto, asegurar la estabilidad simplemente con el lastre de agua, por lo que se cerraron las compuertas de desagüe en pleamar para dejar la mayor cantidad de líquido dentro; después se rellenó el cajón con grava suelta hasta el nivel del tabique, y a continuación, y después de achicar el agua, se comenzó la inyección de mortero para consolidar el relleno.

Cuando se habían inyectado 11 de los 28 compartimientos en que está dividido el cajón, se presentó el temporal desarrollado en los días 8 al 12 de noviembre último, que fué de una extraordinaria violencia, igual, por lo menos, que los máximos que se desarrollan en los meses de diciembre, enero y febrero. Al principio el cajón no pareció notar los efectos de la marejada, aunque es curioso señalar la misma observación que recoge Aragonés, y es la de que algunos marineros afirmaban que el cajón tenía tendencia a flotar. A esta fase del temporal corresponden las fotografías 1 y 2, hechas cuando todavía podía estarse cerca de la obra sin correr más riesgo que el de ser alcanzado por un roción. Después, al subir la marea, que era de coeficiente 93, el temporal alcanzó su máxima intensidad en el punto de pleamar. A esta fase corresponden las fotografías 3 y 4, tomadas desde una prudente distancia. Desde la margen derecha de la ría se veía al cajón envuelto en los golpes de mar y emergiendo en el vacío de la ola sucesivamente, y



Fot. 1



Fot. 2

de la cubierta es bastante mayor que la correspondiente a la presión hidrostática debida a la altura de las chimeneas. Al atacar el golpe de mar al cajón, empuja por desbordar una gran masa de agua sobre la cubierta (fig. 2) que, al llegar a las chimeneas, y por

efecto de la gran velocidad horizontal de que está animada, provoca un roción vertical de gran altura,

Creemos muy preferibles éstas, dispuestas sobre la parte superior, pues situadas al nivel de la cubierta

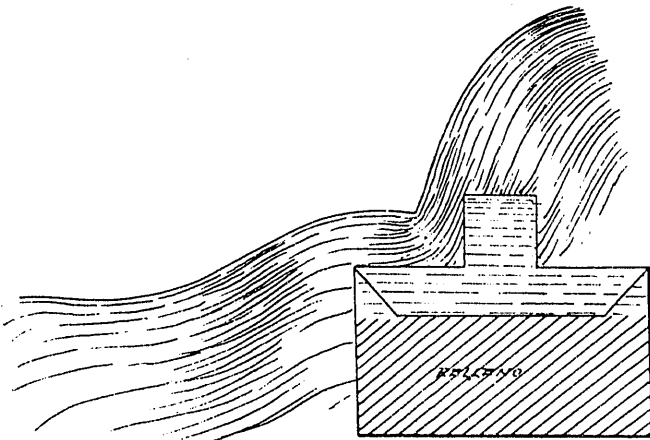


Fig. 2

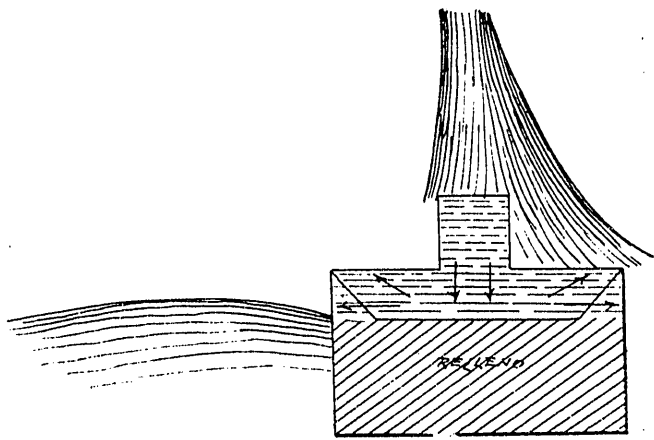


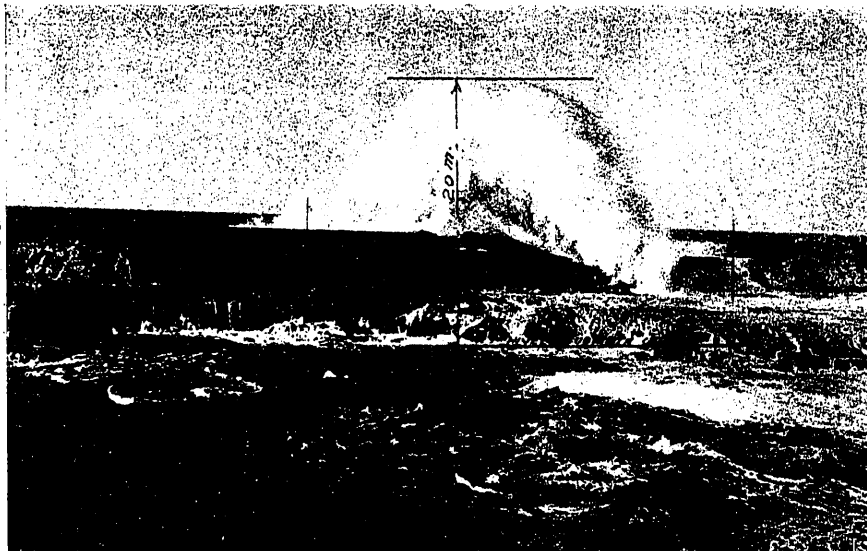
Fig. 3

(figura 3), que cae precisamente sobre aquéllas, creando una presión interior que, si no es igual a la de la

del cajón tendrían que ser de una robustez a toda prueba, ya que sobre ellas va a descargar íntegro el roción canalizado por la chimenea, y están expuestas a romperse fácilmente o a perder la estanqueidad, y a ser inútiles, por lo tanto. En cambio, la tapa, dispuesta en la parte superior, recibe el golpe de mar de menos violencia, y, además, puede dárseles cierta forma aproada que les alivie en su trabajo.

Conformes en que, ya que las chimeneas son el punto débil del cajón, debe reducirse su número a lo indispensable, que creemos es dos, como hemos dispuesto en los cajones de Llanes.

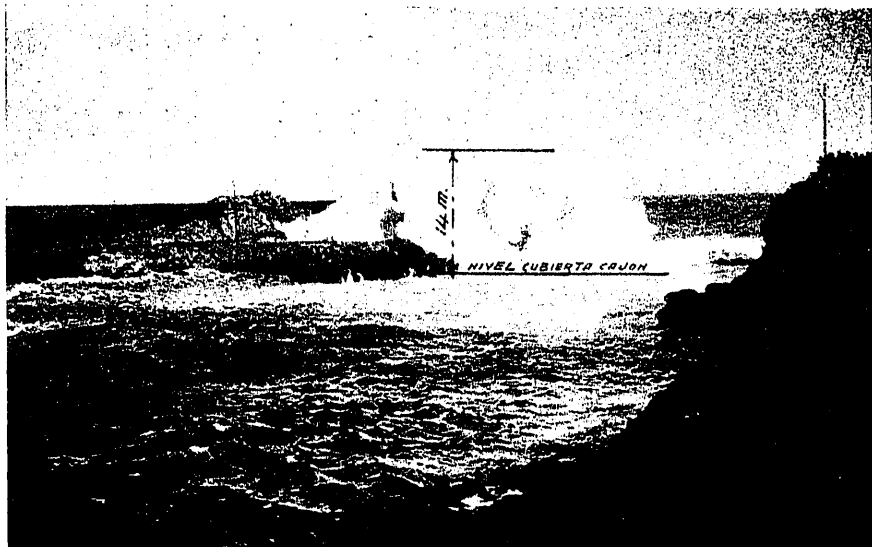
Con lo que no estamos conformes es con la idea, que apunta Aragonés, de las chimeneas desmontables. Los temporales en el Cantábrico se presentan con una rapidez desconcertante, y téngase en cuenta que las chimeneas no son juguetes. Las de



Fot. 3

altura máxima de éste, es evidentemente mucho mayor que la correspondiente a la estática de la chimenea, y, además, que alcanza su valor mayor precisamente en el momento en que en el exterior el nivel de agua es mínimo por estarse en el hueco de la ola. Esta presión es la que produce el arranque de la tapa, y basta un pequeño cálculo comprobatorio para asegurarse de ello. Las fotos 3 y 4 prueban que la presión debida a la caída del agua puede alcanzar seguramente valores mayores de 15 ton/m².

En cuanto al recurso para impedir que se presente esta presión extraordinaria, claro es que consiste simplemente en no dejar entrar el agua por las chimeneas, para lo cual basta ponerlas unos cierres o tapas.



Fot. 4

los cajones de Llanes pesa cada una 10 toneladas, y no creemos que una desmontable pudiera pesar mucho menos. En cambio, creemos prudente limitar la altura de las chimeneas a lo indispensable para asegurar el relleno sin que entre la mar, aunque sea pre-

ciso suspender aquél en los momentos de la pleamare. Vale la pena de estudiar si puede hacerse experimentación de los fenómenos apuntados con modelos en escala reducida, que nos dé indicación para confirmar o desechar nuestros supuestos.

José María AGUIRRE HIDALGO
Ingeniero de Caminos

Revista de revistas

COLPROVIA.—Firme de hormigón asfáltico para carreteras

En la revista *Génie Civil* (núm. 18 de 1931) se ha publicado un interesante artículo, suscrito por el ingeniero M. Thomas, sobre el sistema de afirmado *Colprovia*.

La composición de este nuevo producto es a base de los mismos materiales que el hormigón asfáltico.

La diferencia esencial estriba en la composición del betún y en la forma en que se aplica a los áridos, sir-

puede variarse el grado de penetración y fusión del producto y, por tanto, adaptarse a las necesidades de los distintos climas.

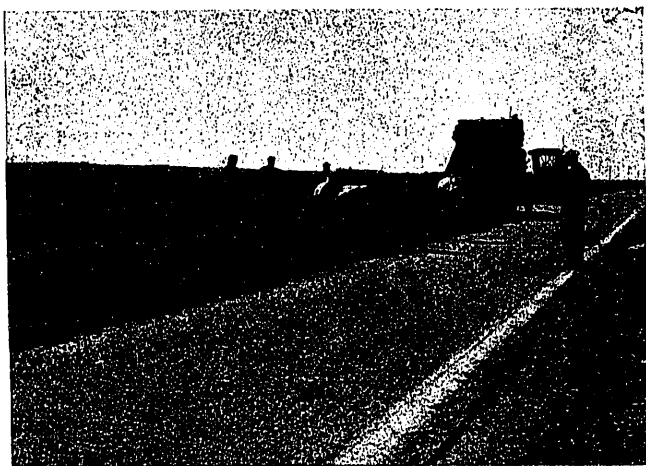


Fig. 1 Extensión de Colprovia en Argelia

viéndose de aceites fluidificantes que permiten extender el *Colprovia* en frío.

Variando la dosificación del betún y del fluidificante



Fig. 2 Consolidación de Colprovia en La Rochelle

El pavimento *Colprovia* puede ser aplicado sobre cualquier fundación, así como sobre firmes ya existentes: macadam, pavimentos de hormigón y adoquinado corriente.

El firme, una vez apisonado, puede entregarse inmediatamente al tráfico.

El precio de *Colprovia* es, aproximadamente, un término medio entre el riego asfáltico profundo y los firmes de hormigón asfáltico en caliente.

Bibliografía

Manuale dell' Ingegnere Chimico e del Chimico Industriale.
Dott. E. DA FANO.—I vol. de 13 X 19 cm, 893 páginas, con 582 figuras. (Ulrico Hoepli, editore-libraio della Real Casa Milano, 1931.) Precio: Lire 90.

Constituye este *Manual*, más bien un tratado, una continuación lógica del *Manual Enciclopédico* de Hütte, de la Ingeniería moderna, de todos conocido, en el cual figuran cuantas teorías, datos técnicos, procesos industriales, características numéricas, constantes físicas, etc., más o menos directamente relacionados con la Química y Física, puede necesitar un ingeniero en un momento dado.

La obra está dividida en seis partes, dedicadas, sucesivamente, a:

Economía, datos estadísticos y generalidades.

Especies químicas y Materiales.

Estados de agregación.

Mecánica.

Física y Química-física, y Tecnología química.

La primera contiene datos interesantísimos sobre Economía rural, productos alimenticios, industria del vestido, del combustible, del alumbrado y de la electricidad, transportes, higiene y metalurgia; la segunda abarca los principios fundamentales de la Química relativos a los conceptos de elemento, átomo y molécula, compuestos químicos y primeras materias de la industria; la tercera desarrolla las teorías modernas sobre los estados de agregación, equilibrios, soluciones, coloides, cambios de estado, con descripción de gran número de aparatos e instalaciones industriales y de laboratorio; la cuarta y quinta cons-