

siastas de un maestro de la talla de Maristany, que exageran más, si cabe, sus argumentos.

Al examinar con el detenimiento que se merece el presupuesto de estrechamiento de Maristany, confiesa que, aun prevenido en contra, por la *enormidad* de la cifra de mil millones y las críticas que al publicarse el trabajo se hicieron por algunos comentaristas, sólo encontró una partida que, desde luego, reputó inaceptable: la de «imprevistos», y la comenta del modo siguiente:

«Eso de que «el maestro» de los que nos dedicamos a estudios ferroviarios calculase los «imprevistos» en 20 por 100 del presupuesto total, o sea en más de ciento sesenta millones de pesetas, en el caso presente, me pareció muy discutible, sobre todo después de ver en el curso del folleto que se preveía hasta algunas partidas, que a muchos de nosotros, ingenieros del montón, no se nos hubiera ocurrido siquiera tenerlas en cuenta.»

Difícil es hacer crítica más cortés que esta de Roda, ni que revele más modestia, cualidades que concurren en alto grado en tan distinguido ingeniero, como lo vuelve a demostrar al reconocer, que se equivocó en el juicio, aunque no a la ligera; porque no era fácil prever las consecuencias de la guerra europea, después de la cual la partida de imprevistos criticada resulta escasa, en vez de exagerada.

Hace con este motivo Roda una serie de atinadas observaciones acerca de la probable persistencia de la elevación de precios, tanto en jornales como en

materiales, y después de borrar del todo la partida de imprevistos, con lo que la cifra calculada por Maristany se reduce a 807 millones, añade a éste el 60 por 100, en que calcula que se elevará el coste de las cosas, después de normalizados los efectos de la guerra, y llega a deducir que entonces el coste de la reforma de la vía se elevará a la cifra de 1 291 millones de pesetas.

Ante cantidad tan grande, se asusta el propio autor de ella y presiente cierto movimiento de extrañeza en los lectores de sus artículos; le asalta el temor de que se hayan equivocado Maristany y él, si bien lo primero le parece más difícil que lo segundo.

Estas dudas se acentúan al saber que unos ingenieros franceses valoran el estrechamiento total de la vía normal española en 300 millones, y hasta parece ser que hay quien la calcula en 211 millones (alude, sin citarlo, al general Échagüe).

Reacciona, sin embargo, Roda contra todas estas dudas que a su buen criterio le asaltan, y después de decir que desconoce los cálculos que sirvieron de base para llegar a los 300 y a los 211 millones, y de que es posible que al conocerlos quedara convencido, pues no siente ningún prejuicio, concluye por mantener la cifra de los 1 291 millones de pesetas, pues cuanto más examina los presupuestos parciales de Maristany y más los compara con los que él tiene, menos ve la exageración con que están hechos los cálculos del «maestro» y acaba por aceptarlos casi como artículos de fe.

Vicente MACHIMBARRENA

Las obras del Zuiderzee

Aprovechamos el viaje de ampliación de estudios que hemos efectuado recientemente por los puertos del Norte para dar a los lectores de la REVISTA algunas impresiones sobre el desarrollo de los trabajos del cierre y desecación del Zuiderzee, que representan la culminación de la lucha secular del pueblo holandés con el mar. La conocida frase «Dios creó el mar, pero los holandeses hicieron sus costas» está plenamente justificada en estos momentos en que se lleva a cabo tan considerable esfuerzo técnico y económico.

La idea de cerrar el golfo de Zuiderzee es antigua, y su imperiosa necesidad tropezó siempre con la situación económica del país; en 1926 la Hacienda holandesa se ha sentido con fuerzas para llevar a cabo la empresa, y se aprobó el proyecto que está ahora en ejecución. Dicho proyecto comprende la construcción de un dique de cierre entre Wieringen y la costa de Frisia, la de los diques de cierre de los *polders* interiores, el agotamiento de éstos y, finalmente, la transformación de lo que fueron fondos submarinos en campos cultivables. De este modo ganará la extensión de Holanda 224 000 hectáreas de terrenos con cotas de dos a cinco metros bajo el nivel del mar, y un aumento relativo de superficie agrícola de un 10 por 100.

En el Zuiderzee, además de otras corrientes de menos importancia, desemboca el río IJssel, afluente del Rin, con un caudal considerable, próximamente la décima parte del río alemán, y un volumen anual

de aterramientos que se estima en unos 500 000 m³. El proyecto resuelve este problema con la creación de un lago artificial regulador del caudal del río; este lago ocupará 115 000 hectáreas de la parte más profunda y arenosa del golfo y estará provisto de esclusas de evacuación. Los *polders* estarán rodeados de canales periféricos que aseguren el régimen costero a las antiguas orillas del Zuiderzee, y que prestarán grandes servicios para la evacuación de las aguas y la navegación fluvial.

En el aspecto económico el estudio de la valorización de los terrenos ganados al mar da un balance favorable: se calcula que cuando las tierras hayan alcanzado su completa capacidad agrícola su valor será de unos 510 000 000 de florines; si a esta cantidad se agrega el valor capitalizable, estimado en unos 100 millones, del aumento de riqueza agrícola y ganadera en la Holanda septentrional provocado por la creación del gran embalse de agua dulce, tan necesaria en esta región, y otros beneficios fácilmente computables, puede verse que, aun con los pesimismo con que debe estudiarse una empresa de esta naturaleza, solamente los ingresos directos cubren los gastos de construcción e intereses, evaluados en un total aproximado de 544 millones de florines.

La elección del tipo de dique para el cierre desde Wieringen a la costa frisona no ha sido problema en un país que tiene tan dilatada experiencia en la construcción de diques de tierra; la sección elegida puede

verse en la figura 2.^a, que nos releva de toda descripción.

El momento final del cierre de este dique de 30 km de longitud, en una zona con un régimen muy agitado de corrientes y mareas, es uno de los proble-

la conclusión de que el avance debe llevarse de modo que la abertura del Oeste sea el doble que la del Este, con lo que se consiguen corrientes de igual velocidad en ambas bocas. Al aproximarse el momento del cierre, la velocidad aumentará a medida que disminuya

la sección de paso, y se ha investigado experimentalmente sobre modelos de escala reducida, en los laboratorios hidrodinámicos de Doltf y Carlsruhe, los valores que puede alcanzar dicha velocidad, con objeto de tomar las precauciones necesarias. Los resultados experimentales dan valores medios máximos de 6,5 metros por segundo, y valores máximos instantáneos de 9 metros por segundo, en circunstancias desfavorables, velocidades realmente considerables que se trata de evitar. Actualmente se está buscando, también por experimentación, un perfil hidrodinámico que origine velocidades inferiores a 6 metros por segundo, que podrán combatirse con escollerados; la solución parece estar en la construcción de varias crestas longitudinales sobre la plataforma que se está elevando; dichas crestas producen composiciones de velocidades que disminuyen su valor absoluto.

Los puntos elegidos para efectuar el cierre son los más profundos de la línea de los fondos del dique, debido a que serán menos erosionados por las corrientes que los de poco calado y permitirán mayor facilidad de movimientos a las embarcaciones que efectúen el cierre; para evitar que esta operación final sea lenta, por necesitarse mucha altura de dique en los canales profundos, se construyen previamente plataformas con la misma sección del dique, pero que quedan bajo el

nivel normal del mar, y sobre ellas se levantará el resto de la sección en el momento del cierre.

El estudio de las variaciones en las amplitudes de marea, provocadas por la construcción del dique de cierre Wieringen-Frisia, ha sido complejísimo, dada la gran irregularidad de los fondos y de los canales de comunicación del Mar del Norte con el Zuiderzee.

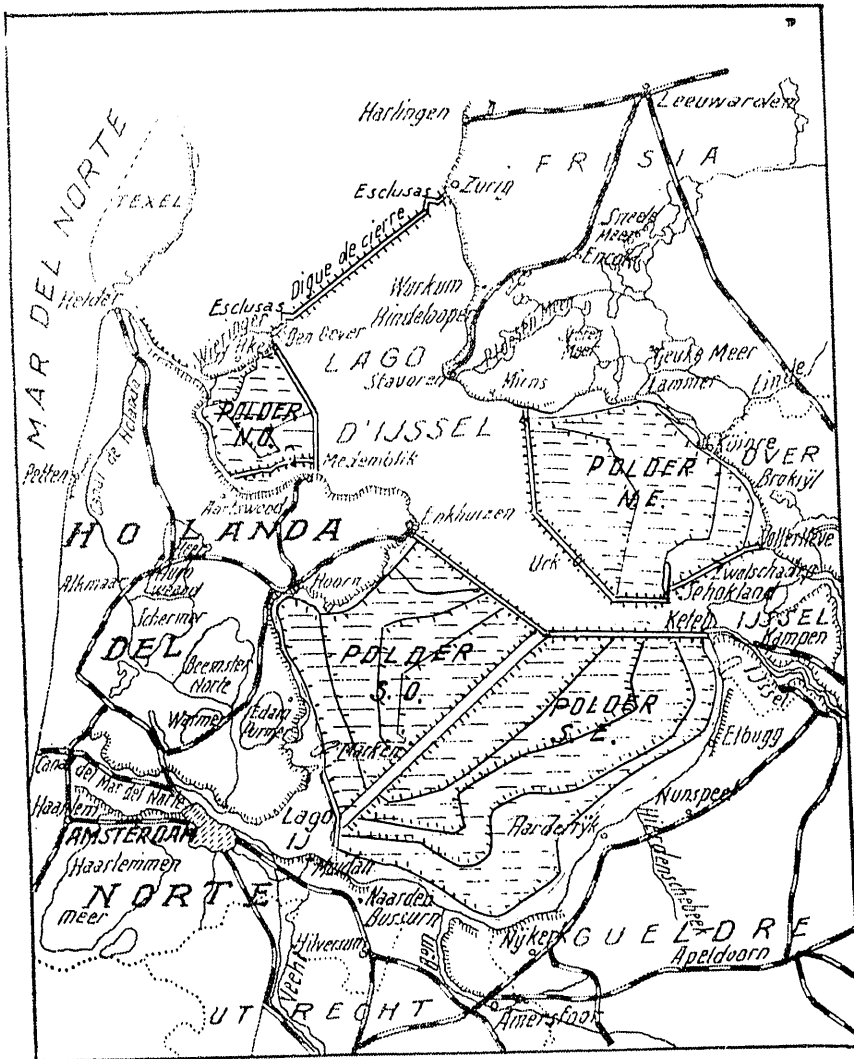


Fig. 1.^a Proyecto de cierre y desecación del Zuiderzee.

mas más serios que se han planteado a los técnicos y está en este momento, en que la construcción del dique va muy avanzada, sin acabar de resolver. Insistiremos algo sobre este problema del cierre, por ser una de las particularidades interesantes de la obra.

Desde el primer momento se ha visto la conveniencia de llevar la construcción en tres trozos, de-

MAR DEL NORTE

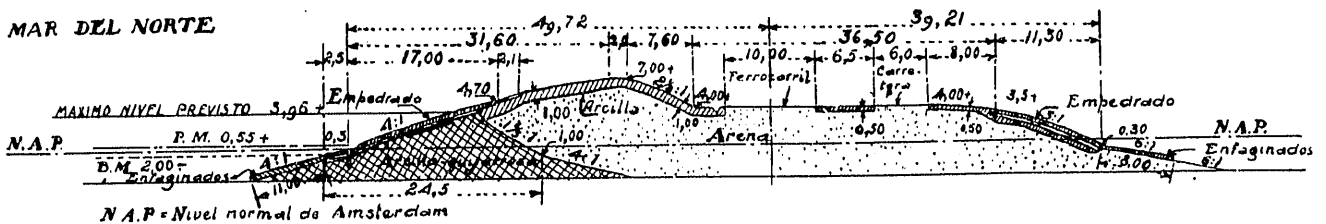


Fig. 2.^a Perfil tipo del dique principal de cierre Wieringen-Frisia.

jando, por tanto, dos aberturas, que deberán cerrarse simultáneamente a causa de la desigual fase de las mareas. El estudio de las mareas y corrientes en cada punto del dique, así como las variaciones que la marcha de la obra produce a lo largo de él, conduce a

Lo llevó a cabo una Comisión al frente de la cual estaba el célebre físico Lorentz, que estudió la cuestión analíticamente.

El problema se ha planteado en términos generales, estudiando la propagación de las ondas de marea

por todos los canales que afluyen al Zuiderzee, considerados regulares en sección y rozamiento; por la composición de todas estas ondulaciones se conocen las características de la marea en cualquier punto a considerar. Suprimiendo las ondulaciones correspondientes a los canales que desaparecen con el cierre, y agregando las reflejadas, que necesariamente han de crearse, se pueden obtener la amplitud y fase de las mareas que se producirán cuando esté construido el dique proyectado, todo ello con las limitaciones que impone la realidad a un estudio basado en hipótesis bastante alejadas de ella.

Lo que desde luego puede preverse, dada la situación relativa de las corrientes afluentes, es un aumento general en la carrera de marea así como en el flujo por los canales del Norte; esta apreciación basta por sí sola para justificar el estudio hecho, ya que del nivel máximo de las aguas se ha deducido la altura de los diques y la necesidad de reforzar algunos ya construídos. Por la superposición de las ondas astronómicas y las meteorológicas se ha encontrado la altura de la pleamar más peligrosa en cada punto de la actual y de la futura costa, y se ha procedido en consecuencia, llegándose a alcanzar en determina-

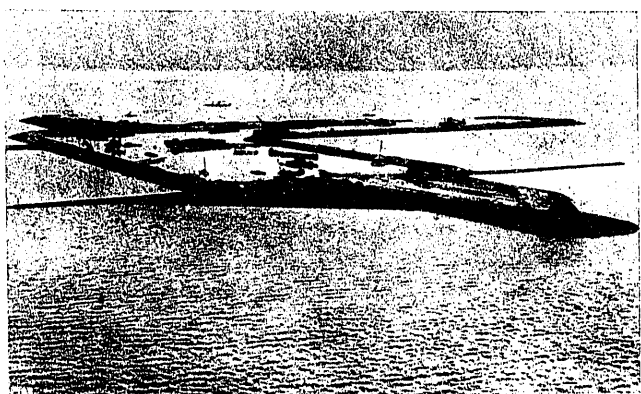


Fig. 3.ª Esclusas de navegación y descarga en Kornwerderzand y arranque del dique de cierre en la costa de Frisia. (Vista aérea tomada en febrero de 1928.)

dos lugares alturas superiores en más de un metro a las que se observan antes de construirse el dique de cierre.

Será interesante que la realidad venga a confirmar este estudio, cuando el dique esté terminado, por las consecuencias que de él pueden deducirse. En principio existe ya una comprobación en el dique que cruza los canales de Amsteldiep entre Wieringen y Helder; estos canales alimentan gran parte de la región NO. del Zuiderzee, y por la especial configuración de esta zona podían preverse importantes modificaciones en el régimen de mareas; construído el dique, los resultados han venido a confirmar plenamente las elevaciones previstas en el nivel máximo del mar y a justificar las precauciones tomadas antes de su construcción. Es un éxito que tiene que apuntarse la gimnasia matemática aplicada al estudio analítico de los movimientos de las aguas de los mares, en uno de los pocos casos en que realmente tiene interés de aplicación dicho estudio.

Las tierras ganadas al mar han de tener necesariamente gran cantidad de sales, y una Comisión agrícola estudia los mejores métodos de su adaptación al cultivo; para ello ha construído un *polder* de ensayo de 40 hectáreas en Andijk, y de los estudios he-

chos parece deducirse que las tierras alcanzarán su capacidad agrícola máxima próximamente a los seis años de su desecación.

Actualmente se trabaja en la construcción del di-

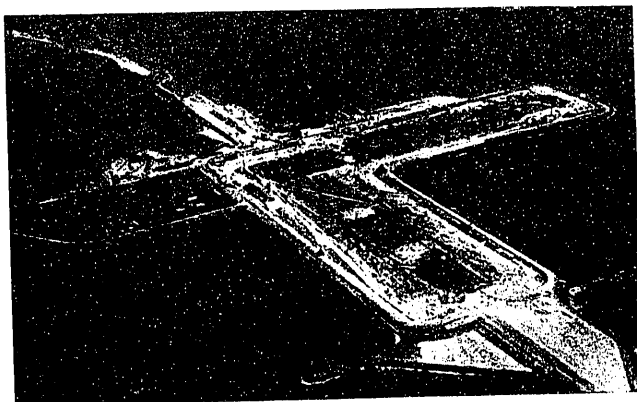


Fig. 4.ª Vista de las mismas esclusas de la fig. 3.ª en septiembre de 1928.

que de cierre Wieringen-Frisia y de los de cierre del *polder* NO., Wieringen Medemblick, así como en las esclusas que deben ir en los cuerpos de estos diques.

La construcción se lleva a cabo por cuatro Empresas constructoras, holandesas especialmente, invitadas por el Gobierno; éste edita una Memoria mensual detallada del estado de las obras, lo que da idea del interés con que toda la nación sigue los trabajos emprendidos.

Una visita a las obras no ofrece grandes novedades constructivas; los diques de tierra siempre se han hecho del mismo modo, con las mismas dragas de rosario, por lo menos en Europa, de succión y Prietsman, aplicadas cada una al material a dragar y al vertido por fondo de gánguil, cuando el calado lo permite; por draga de succión para el terraplén de arena alto, y con Prietsman y transportadores para el núcleo alto de arcilla; la dificultad está en mover de una manera organizada, sobre todo en dragados y rellenos, cuya base económica es el rendimiento, toda la considerable flota ocupada en estos trabajos. La base-

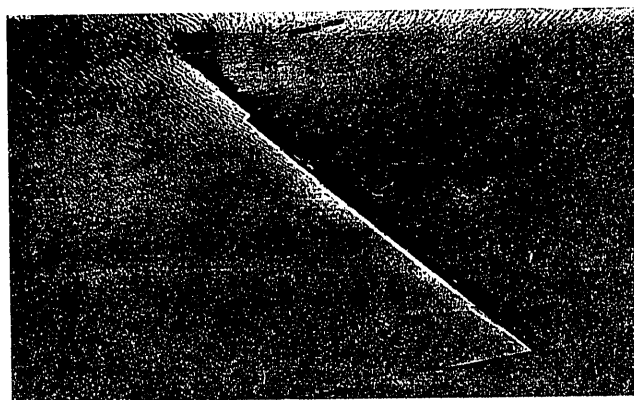


Fig. 5.ª Dique de cierre del *polder* NO., Wieringen-Medemblick

de operaciones está en Den Oever, donde se ha instalado una completa estación meteorológica para proteger en lo posible al material flotante.

Para la evacuación de las aguas del lago artificial cerrado por el dique principal se están construyendo tres grupos de cinco esclusas en el arranque occidental del dique próximo a la isla de Wieringen, y dos grupos de otras cinco en Kornwerderzand, a 4 km de la costa frisona. Estas esclusas tienen un ancho de

12 m, obteniéndose, por tanto, una sección lineal de desagüe de 300 m. Se construyen igualmente esclusas de navegación, una para barcos de 2 000 toneladas, en el grupo occidental, y otra de 600 toneladas, en el grupo oriental.

La cimentación de las esclusas se efectúa en seco,

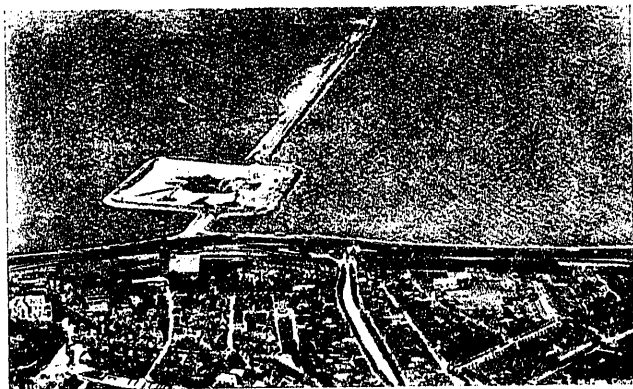


Fig. 6. Arranque del dique de cierre del polder NO. en Medemblik.

siguiendo las normas experimentadas en cimientos análogos efectuados recientemente, ya que la composición casi idéntica del suelo holandés permite llegar a esa normalización de procedimientos de cimentación, aunque no sea buena prueba de esto que decimos las continuadas discusiones entre Amsterdam, todas las cimentaciones de los muelles con pilotajes, y Rotterdam, cimiento de cajones de hormigón armado sobre suelo mejorado, que ofrecen un caso de criterio definido, probablemente personal.

Los sondeos efectuados en los lugares de ubicación de las esclusas del dique de cierre Wieringen-Frisia han dado como resultado la existencia de estratos de arcilla impermeable, intercalados en el terreno arenoso general; esto permite efectuar en seco la cimentación. Para ello se ha hecho un recinto de diques de tierra, de sección análoga al del dique principal, pero a escala reducida por su carácter temporal, que cierra toda el área del grupo de esclusas, y se ha introducido un tablestacado metálico hasta llegar al lecho de arcilla. En estas condiciones no podría efectuarse la excavación para las esclusas, pues el estrato de arcilla, que constituye la base impermeable del cuenco de cimentación, no puede resistir la subpre-

sión del agua en cuanto comienza el agotamiento del recinto. La solución adoptada, en lo que está la originalidad de esta cimentación, ha sido la de efectuar el drenaje de la solera estrato reduciendo la subpresión hasta que haya equilibrio entre ésta y la carga que soporta la capa impermeable por el peso de las tierras que tiene encima. El nivel hidrostático se rebaja fácilmente mediante tubos hincados en el terreno, conectados a la instalación de bombas, lo que permite conocer en cada momento y graduar con gran sencillez la carga hidrostática en todos los puntos del cuenco de cimentación.

De un modo análogo se procedió en la construcción de la gran esclusa de Ijmuyden, complicado el sistema por la necesidad de no alterar el régimen de los abastecimientos vecinos, y hemos visto desarrollándose de igual manera la cimentación de la esclusa de Flessinga y los cimientos de las pilas del puente basculante de Koningshaven, en el puerto de Rotterdam.

Salvo la cimentación, las esclusas del Zuiderzee no ofrecen ninguna particularidad constructiva interesante; su construcción sigue su marcha armónica

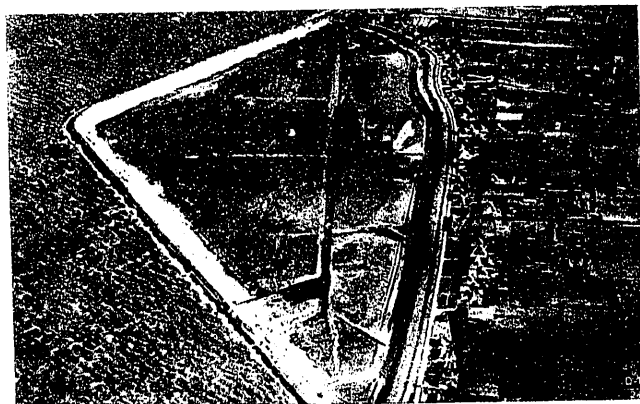


Fig. 7. Polder de 40 Ha. dispuesto para experimentación de cultivos.

con la del gran dique de cierre y todo hace suponer que en el plazo previsto, unos cinco años más, podrá ponerse en explotación agrícola el polder del NO., primera zona ganada al mar, que ha de servir de buena orientación y estímulo para alcanzar el fin de la empresa.

Carlos ANABITARTE
Ingeniero de Caminos

LA ESCUELA DE CAMINOS Y LA INGENIERIA SANITARIA

El estudio técnico-sanitario de los abastecimientos de aguas potables y el abastecimiento de aguas potables de Vitoria¹

por el Dr. J. Román Manzanete²

II

En esta población había el problema que actualmente existe en muchas localidades de nuestro país.

¹ Véase la REVISTA de 1.º de mayo último, pág. 171.

² Del Cuerpo de Sanidad Nacional.—Profesor de Bacteriología del Instituto Nacional de Higiene de Alfonso XIII, de Madrid.—Técnico-sanitario adjunto de la Escuela de Caminos.—Profesor en el primer curso especial de enseñanza higiénico-sanitaria para ingenieros de la Escuela Nacional de Sanidad.

El abastecimiento actual no era suficiente a cubrir las necesidades de agua potable que la población, cada día en aumento, necesitaba. De modo que la cuestión a resolver estaba en buscar otra fuente de captación que aumentase el caudal de las aguas.

Vitoria se surtía de un agua que nacía en un monte situado a algunos kilómetros de la población, en lugar apartado y pintoresco.

De una grieta grande, en un terreno francamente calizo fisurado en su fondo, brotaba un caudal de