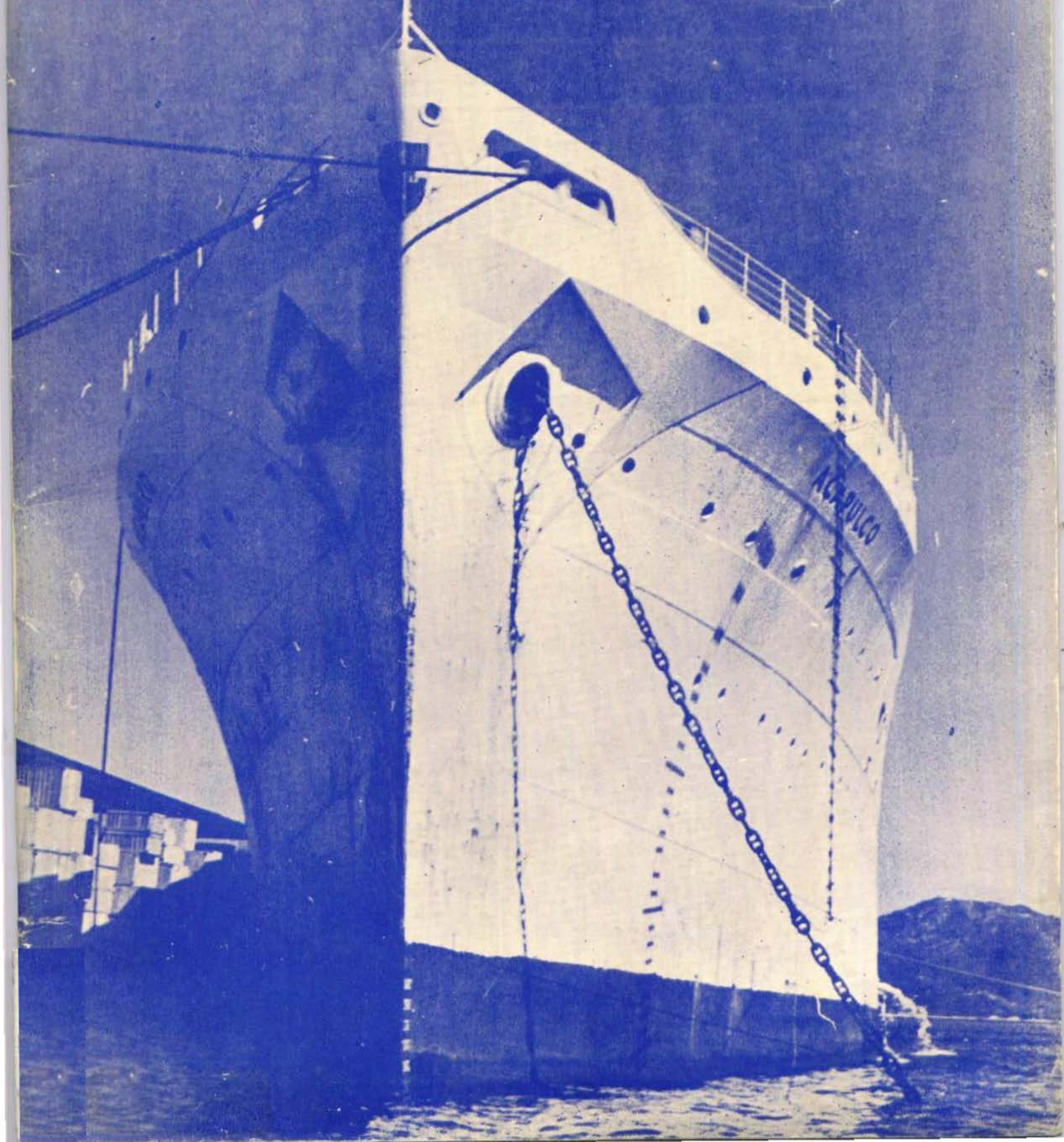


REVISTA
TECNICA

OBRAS MARITIMAS



Felicitemos respetuosamente al C. Presidente de la República,

LIC. ADOLFO LOPEZ MATEOS

*Con motivo de la lectura de su tercer informe de labor Gubernamental,
Documento en el que sintetiza patrióticamente, la progresista
situación de México.*

GREMIO UNIDO DE ALIJADORES, S. C. de R. L.

FRANCISCO G. MARTINEZ
Gerente General

GERARDO GOMEZ
Representante en México

ING. IGNACIO MORENO GALAN
Asesor Técnico de las Obras

CONSTRUCCION Y ESTIBA CON MAS DE 50 AÑOS DE EXPERIENCIA

Oficinas Generales:
"EDIFICIO ALIJADORES"
MADERO Y ALFARO
TAMPICO, TAMS.

Oficinas en México, D. F.
BOLIVAR 31 DESP. 13
TEL. 12-15-17

CONSTRUCTORA "MALTA", S. A. CONSTRUCCIONES EN GENERAL "OBRAS PORTUARIAS"

*Nos Complacemos en felicitar al C. Presidente de la República
C. Licenciado,*

ADOLFO LOPEZ MATEOS

*con motivo de la lectura del Tercer Informe de Gobierno, en el que expone
con patriotismo la situación progresista del país.*

Circunvalación No. 3

Tel.: 30-66

Mazatlán, Sin.

Viaducto Miguel Alemán No. 63 Bis

Teléfono 15-35-40

Tacubaya, D. F.

Autorizada como Correspondencia de 2a. Clase en la Administración de Correos Número Uno, con registro 23384 del 21 de agosto de 1956.

REVISTA
TECNICA

OBRAS MARITIMAS

1-3-3

Oficinas:
IZAZAGA 23 planta baja
Apartado Postal No. 2671
Teléfonos 18-59-89 y 12-02-21

NUMS. 54, 55, 56, 57, 58 y 59

Julio, Agosto, Septiembre, Octubre, Noviembre y Diciembre

AÑO VI

1961

DIRECTORIO

Director General
Ing. Roberto Mendoza Franco

Gerente
Ing. Francisco Ríos Cano

Administrador
Alberto Carranza Mendoza

Publicidad
Jorge Zermeño Herrera
Ing. Pablo Sandoval Macedo

Fotografía
Ing. Jorge Becerril Núñez

Director de Edición
Prof. Miguel Huerta González

Jefe de Redacción
Ing. Roberto Bustamante Ahumada

Asesor Jurídico
Lic. Juan Lagos Oropeza

Gerente fundador
Ing. José Sánchez Mejorada

CUERPO DE REDACTORES

Ing. Francisco J. Berzunza V. Ing. Manuel Coria Treviño. Ing. Humberto Cós Maldonado. Ing. Manuel Díaz Marta. Ing. Julio Dueso Landaida. Ing. Gabriel Ferrer del Villar. Lic. Julieta García Olivera. Ing. Luis Hernández Aguilar. Ing. Alfredo Manly Mc. Adoo. Dr. José A. Merino y Coronado. Ing. Daniel Ocampo Singüenza. Ing. Sadot Ocampo. Ing. Héctor Manuel Paz Puglia. Ing. Melchor Rodríguez Caballero. Ing. Samuel Ruiz. Lic. Marco Antonio Rodríguez Macedo.

COLABORADORES

Ing. Félix Colinas Villoslada. Ing. Angel Chong Reneaun. Ing. Fernando Dublán Carranza. Ing. Alberto J. Flores. Ing. Luis Huerta Carrillo. Ing. Héctor Jiménez Cházaro. Ing. Jesús Alfonso Marín. Ing. Alberto J. Pawling Jr. Ing. Ricardo Palacios Molinet. Ing. Jesús Sánchez Hernández. Ing. Eugenio Urtusástegui.

PORTADA

Significativa fotografía de la majestuosa proa del barco de pasajeros mexicano "ACAPULCO", propiedad de la Compañía Naviera Turística Mexicana, la cual es una organización que viene a impulsar grandemente la Marina Mercante de pasajeros y a la industria turística, fuerte renglón de la economía de nuestro país.

El "Acapulco" tiene desplazamiento de 24,400 toneladas, el mayor con que cuenta nuestra Marina Mercante de altura, su capacidad de pasaje es de 600 personas cómodamente instaladas.

SUMARIO:

	Pág.
LOPEZ MATEOS, REFORMADOR SOCIAL DE LA REVOLUCION	3
ESTUDIO DEL PROBLEMA DE INUNDACIONES Y ESTABILIDAD FLUVIAL DEL BAJO PANUCO	9
CONTROL SANITARIO DE LAS CORRIENTES, SU IMPORTANCIA	31
TEORIA IRROTACIONAL DE SIR G. G. STOKES	36
TEORIA DE LAS OLAS	40
ESTUDIO DE ACARREO DE LITORALES POR ISOTOPOS RADIOACTIVOS	43
CARACTER GENERAL DE LAS CORRIENTES MARITIMAS	46
SINTESIS DE LA CONFERENCIA DEL C. VICEALMIRANTE OLIVERO F. OROZCO VELA	52



PUBLICACION ESPECIALIZADA



Constructora OMSA, S. A.

OBRAS DE INGENIERIA CIVIL

*Se permiten felicitar respetuosamente, al C. Presidente de la
República licenciado*

ADOLFO LOPEZ MATEOS

*con motivo de la lectura de su tercer Informe de Gobierno, rendido ante
el H. Congreso de la Unión, documento en el que con patriotismo y alto
sentido de responsabilidad ciudadana, expuso la situación progresista del
país, y señaló los senderos que seguirá el Gobierno para superar las
metas propuestas en su programa*

México, D. F., Septiembre de 1961.

Dinamarca 60

Teléfonos: 35-76-83 y 35-76-87

México 6, D. F.

ICONSA

INGENIEROS Y CONTRATISTAS, S. A.

Construcciones en General

Ing. ALBERTO FRANCO S.

Gerente General

- OBRAS PORTUARIAS
 - CAMINOS
 - EDIFICIOS
 - OBRAS VARIAS

Darwin No. 102
México 5, D. F.

Teléfonos:
28-55-84 y 25-20-87

López Mateos

Reformador Social de la Revolución

Discurso del C. Almirante C. G. MANUEL ZERMEÑO ARAICO

LOPEZ MATEOS, REFORMADOR SOCIAL DE LA REVOLUCION.—

Los Constituyentes de Querétaro, al Institucionalizar la Revolución de 1910 con la Constitución Política de 1917 integraron un cuerpo de doctrina que representa la síntesis de las aspiraciones tradicionales de la Nación mexicana, de su amor a la libertad, a la democracia, a la justicia y a la paz.

Pero aquellos ilustres mexicanos tenían una clara visión del porvenir de la Patria, por lo que al mismo tiempo que instituyeron los derechos políticos y las libertades esenciales del hombre, y fijaron los principios para la estructuración y reglamentación de la vida pública del Estado, establecieron las garantías sociales y las normas jurídicas que aseguran a la Nación el pleno disfrute de la totalidad de los recursos existentes en el país.

Así nació a la vida jurídica de México el Artículo 32 de la Carta Magna, que fija las bases para la mexicanización de nuestra Marina Nacional, los marinos de México rendimos homenaje de admiración y respeto a la memoria de nuestros próceres, que nos legaron el ejemplo de su heroísmo y sacrificio, y a los Constituyentes de Querétaro, en cuya previsión y patriotismo se funda el asombroso grado de progreso que ha alcanzado el país.

Porque una vez instituída la República, y la Constitución por Bandera, los regímenes emanados de la Revolución pudieron promover el desarrollo integral del país, mediante la racional explotación de todos sus recursos, con el propósito de dar a nuestro pueblo mejores niveles de vida, compatibles con la dignidad humana y el destino histórico de la Nación. Y la posición que hemos alcanzado ha sido claramente definida en las palabras del Jefe del Estado: "México ha dejado de ser una leyenda en el mundo y un nombre en la geografía"; es ya una fuerza en la historia y en la conciencia mundial. Por eso se mantiene la lucha permanente del pueblo por la Justicia y por la Paz".

Es indudable que la humanidad vive la etapa más extraordinaria de su historia, la que tiene un profundo carácter revolucionario. Revolucionan las ciencias físico-químicas, tanto en la conquista de los elementos que tienen por objeto el mejoramiento del hombre como en aquellos que en un momento dado podrían destruirlo, revolucionan las ciencias médicas, en su generoso propósito de aliviar el dolor humano, revolucionan las ciencias sociales, en su búsqueda incansable de soluciones adecuadas a la problemática humana y al destino superior del hombre; y como factor concomitante del proceso total, y en su afán de encontrar más justas formas de organización social, revolucionan la ciencia política poniendo a prueba los sistemas actuales. Esto origina la crisis patética que vive el mundo, y pone en peligro la obra del hombre y al hombre mismo.

México no es ajeno a esta Revolución Universal. Pero para fortuna nuestra, la Nación mexicana anticipó su movimiento social: con Hidalgo conquistó su libertad política y pasó a formar parte en el concierto de los pueblos libres del Mundo; con Juárez estableció la libertad de conciencia y el principio de la libre autodeterminación y con Madero y Carranza realizó la Revolución de 1910, instituyendo los principios de derecho y de justicia social que ahora nos determina, y dando al Estado su función propia como instrumento dinámico al servicio colectivo.

Pero la obra de la Nación mexicana estaría estereotipada en el andar si los mexicanos no apoyáramos nuestros pasos en la obra y en el ejemplo patriótico de nuestros próceres. Por tal motivo nuestro impulso de vida y de progreso se funda siempre en la esencia más pura de la mexicanidad. Y como al amparo del régimen actual la República realiza la obra más fecunda de su vida institucional, transformando en beneficio del pueblo todos los elementos de la estructura de la sociedad, nuestra historia señalará al Señor Presidente López Mateos, Reformador Social de la Revolución.

Una de las más importantes metas de la administración consiste en la obtención y el mantenimiento de altos niveles de ocupación. Por eso planifica la actividad del Estado, para encauzar y acelerar el crecimiento armónico de la economía del país, como medida necesaria para lograr el aprovechamiento integral y racional de todos nuestros recursos de tierra y mar.

En este plan integral de desarrollo estructural, corresponde a la Secretaría de Marina el alto honor de cumplir el programa de progreso marítimo, que tiene por objeto incorporar a la economía nacional la riqueza que almacena nuestros mares, costas y plataforma continental.

Porque para nuestro país, que tiene de litorales el 71% de su perímetro total, es tarea inaplazable realizar la explotación de la incalculable potencialidad de esos recursos, indispensables para elevar las condiciones de vida del pueblo y para garantizar la subsistencia de la población futura.

El avance alcanzado en la ejecución del programa de progreso marítimo, se pone de manifiesto en todos sus aspectos. Se construyen o adaptan las instalaciones portuarias en ambos litorales, y se realiza una permanente labor de dragado, para que en los Puertos y vías navegables de la República haya el calado suficiente que permita satisfacer las necesidades crecientes de la navegación de altura y cabotaje, además de que puedan operar los buques tanques de la flota petrolera, los que al tomar su cargamento completo evitan pérdidas en el costo del transporte.

La Marina Mercante es elemento indispensable al progreso general. El tráfico marítimo ha logrado un incremento bastante considerable, como consecuencia del grado actual de desarrollo del país y de la vinculación de los puertos con los centros de producción agrícola, industrial y minera y con los de consumo. Esto ha originado su constante crecimiento, su totalidad por las embarcaciones mexicanas, construídas en los astilleros mexicanos, instalados por inversionistas mexicanos y dirigidos por técnicos mexicanos.

Además tiene el país una flota propia, adquirida por la iniciativa privada, para servicio de altura de carga y pasaje, que navega en las rutas del golfo de México y del Atlántico de los Estados Unidos de América, uniendo las costas nacionales a través del Canal de Panamá y que toca Puertos de Centro y Sudamérica. Y para aumentar la seguridad de la navegación, y dar cumplimiento a los compromisos internacionales adquiridos en materia de tráfico marítimo por nuestro país, se atiende preferentemente el servicio de faros y señales marítimas.

Como el desarrollo equilibrado del país requiere el correcto emplazamiento de la actividad industrial, en los Puertos de la República es necesario establecer la industria marítima para lo cual debemos acelerar el ritmo de la inversión pública y privada, pues sólo así nuestro pueblo podrá disfrutar de inmediato de sus cuantiosos beneficios. Esto permitiría además el rápido crecimiento del comercio exterior, mediante la exportación de los excedentes de la producción.

Para alcanzar un alto grado de productividad industrial, los factores de cada industria deben estar combinados de una manera tecnológicamente óptima. Esto se confirma con la industria pesquera, cuyo auge ha demandado no sólo la creación y adaptación de puertos sino también la instalación de industrias conexas, como empacadoras y plantas congeladoras y deshidratadoras de harina de pescado, así como de astilleros, en donde se han construido en su totalidad las embarcaciones de la flota pesquera nacional, lo que ha creado nuevas fuentes de trabajo y mejorado las condiciones de vida de la gente del mar, además de beneficiar considerablemente a la economía del país.

Es importante señalar que en los astilleros mexicanos, tanto oficiales como privados, ya se puede efectuar las construcciones y los trabajos de conservación y reparación, de las embarcaciones de pequeño y mediano tonelaje que en su totalidad requieren el desarrollo de la actividad pesquera y del tráfico de cabotaje, así como las unidades que necesita la Armada de México para cumplir su misión de vigilancia de las aguas territoriales, costas e islas nacionales.

La vida de la sociedad mexicana actual es la síntesis del proceso integral de nuestra nacionalidad, de las cualidades herederas de nuestros ancestros, de su amor a la Patria de su fe en la libertad, de su culto al trabajo. Pero su personalidad se caracteriza no solamente por la herencia del pasado de la comunidad jurídica y por servir de tránsito a la sociedad futura, sino fundamentalmente por la obra que se realiza, por el México nuevo que construye, y que será lo que lo defina como pueblo histórico.

Por eso nuestro pueblo se mueve impulsado por su arbitrio, y para satisfacer sus necesidades externas; pero también porque está inserto en un gran movimiento unitario de progreso gradual, que abarca a la Nación como un conjunto, y que representa la serie variable de elementos que utiliza para su construcción social. Las grandes líneas irreversibles que recorre el pueblo y que se prolongan ininterrumpidas hacia el futuro, están determinadas por los principios de la independencia, de la reforma y de la revolución, únicos objetivos que marcan la intención del desenvolvimiento colectivo, y que darán a la sociedad mexicana una nueva fisonomía estructural.

Cuando alguien niega su concurso para engrandecer a la sociedad a la que pertenece, se está negando a sí mismo. El egoísmo individual no puede tener cabida en el cuerpo social. Nadie escapa, ya sea individuo o corporación, a la forzosa obligatoriedad de pertenecer al Estado. Y es más alta la responsabilidad del miembro de un estado que vive un régimen jurídico, que le garantiza plenamente el libre ejercicio de todos los derechos, además de otorgarle las garantías sociales que le permiten su elevación como persona humana.

Por lo mismo es deber ineludible de todos los mexicanos trabajar unidos para engrandecer a México. Lo que no hagamos nosotros por el futuro de la Patria, no podemos esperar que

otros pueblos lo realicen. Y sobre todo porque México es dueño de la mayor riqueza que cualquier pueblo pueda tener: el carácter irreductible, la voluntad estoica, el sentimiento patriótico y la capacidad de trabajo de sus hijos.

Para conducir al país a las metas nacionales, el Señor Presidente López Mateos ha organizado las fuerzas creativas del pueblo y propiciado un clima de paz interna y de trabajo intenso, factores indispensables, del progreso general. La Paz que disfrutamos es una paz orgánica, que estimula la actividad creadora, y que se basa en la confianza que el pueblo tiene en su guía, lo que origina la solidaridad de todos los mexicanos. Esta solidaridad es indestructible, porque representa la unidad dinámica del individuo con la familia, porque representa la unidad dinámica del individuo con la familia, de la familia con la Nación, de la Nación con el Estado, en su forma de organización política y jurídica, y de todos con la patria, que es la expresión más pura del sentimiento social.

SEÑOR PRESIDENTE DE LA REPUBLICA:

La solidaridad del pueblo, y la identidad con su gobernante se ponen de manifiesto en todos los aspectos de la vida diaria; durante sus giras de trabajo por el interior del país, cuando el campesino le expresa su reconocimiento por el impulso y los nuevos derroteros que ha dado a la política revolucionaria en materia agraria; cuando en las entidades federativas y en el Distrito Federal acude entusiasta la población a recibirlo, al inaugurarse las obras de servicio colectivo que la beneficia; el pasado primero de mayo, cuando los trabajadores, de todas las ramas de la producción, le patentizaron su estimación personal y apoyo a su política progresistas, y en la actitud del sector privado que invierte sus recursos financieros en empresas mexicanas, convencido de la lucha patriótica que usted realiza por alcanzar la libertad económica nacional.

Y en esta hora solemne de la patria, los Marineros de México pasamos lista de presentes. Presentes en el trabajo, sirviendo los intereses del pueblo; presentes en el desempeño del deber, coadyuvando a salvaguardar la integridad del territorio y la soberanía nacional, y presentes en la lealtad a su Gobierno, único exponente y guía de nuestro movimiento social, cuya obra constructiva conduce firmemente al país por la ruta luminosa de la paz y el progreso.



Cía. General de Construcciones, S. A.

Obras Portuarias

FERROCARRILES

CAMINOS

CONSTRUCCIONES

Insurgentes Sur 544-302 Tels.: 14-62-84 y 14-62-85 México, D. F.

OBRAS PORTUARIAS

ENSENADA, BAJA CALIFORNIA. GUAYMAS, SONORA

CHAPULTEPEC, S. A.

INGENIEROS CONSTRUCTORES

OFICINAS GENERALES

**Paseo de la Reforma 122-6o. Piso Teléfono 46-52-15
México, D. F.**

DIVISION OBRAS PORTUARIAS ENSENADA

**Gastélum No. 51 Teléfonos: 4-84 y 7-27
Ensenada, B. C.**

DIVISION OBRAS PORTUARIAS GUAYMAS

**Paseo Obregón 183 Teléfono 1-91
Guaymas, Sonora**

“TREBOL” CIA. CONSTRUCTORA, S. A.

CONSTRUCCIONES EN GENERAL

OBRAS PORTUARIAS • CAMINOS • EDIFICIOS

TECNICA Y RESPONSABILIDAD

Saludamos y felicitamos al señor Presidente de la República,

Lic. ADOLFO LOPEZ MATEOS

con motivo de la lectura del Tercer Informe de Gobierno, rendido ante el H. Congreso de la Unión, documento en el que en forma patriótica y de alto sentido de responsabilidad ciudadana, expone la situación favorable del país y señala los derroteros políticos de su gobierno.

México, D. F., septiembre de 1961.

Ing. FRANCISCO RODRIGUEZ CANO - Gerente

13 de Septiembre No. 25

TACUBAYA, D. F.

Tels. 15-44-16 y 15-19-86

CHRISTIANI & NIELSEN DE MEXICO, S. A. C. V.



OBRAS MARITIMAS
EN TODO EL MUNDO

Av. F. I. Madero No. 16

Despacho 701-2-3

Teléfono 10-35-40

México, D. F.



OBRAS DEL ASTILLERO EN TAMPICO, TAMPS.

Sección Superior de la grada para la construcción de Barcos hasta de 600 toneladas que se construye en el Astillero de la Secretaría de Marina por:

 **CONSTRUCTORA TAURO, S. A.**

DINAMARCA 60-59 PISO TELS. 35-76-83

MEXICO 6, D. F.

ESTUDIO DEL PROBLEMA DE INUNDACIONES Y ESTABILIDAD FLUVIAL DEL BAJO PANUCO

Ing. Héctor J. López Gutiérrez

Ing. José H. Aguilar Alcérreca

Durante el mes de septiembre de 1955, se produjeron en la región del Bajo Pánuco, graves inundaciones que afectaron seriamente a Tampico y Ciudad Madero, originando la pérdida de 621 millones de pesos y un número no definido de vidas humanas.

Los principales daños causados, pueden resumirse así:

Pérdida de 20,000 cabezas de ganado y de la totalidad de las cosechas; destrucción de 25 Km. de la carretera Tampico-Valles; 2 Km. de la México-Laredo y algunos tramos de la vía del Ferrocarril Tampico-Mante y Tampico-San Luis Potosí; graves daños a vehículos, embarcaciones, maquinaria, edificios, fábricas, etc. Sin embargo, la más afectada fue la industria petrolera, ya que la paralización de sus actividades, y la destrucción de sus caminos de acceso, alcanzaron el monto de 400 millones de pesos.

Todo lo anterior, nos indica palpablemente la urgente necesidad de proporcionar una solución adecuada al problema de las inundaciones, no sólo para evitar el desequilibrio de la economía de la región afectada, sino la nacional.

La finalidad de este trabajo, es presentar una posible solución a este problema, tanto desde el punto de vista hidráulico, como del de estabilidad de cauces.

1a. Parte.

ANTEPROYECTO PRELIMINAR ENCAMINADO A RESOLVER EL PROBLEMA DE LAS INUNDACIONES EN TAMPICO Y CIUDAD MADERO

El clima predominante en la cuenca del Río Pánuco es el tropical lluvioso, con lluvias durante el verano y sin tener una estación seca bien definida. La precipitación mínima es de 750 mm. anuales y la media de 1.250 mm.

La cuenca está situada geográficamente en una posición tal, que se ve constantemente expuesta a los embates de los ciclones extratropicales que se generan en las Antillas, en el Atlántico ecuatorial y en el Golfo de México. En general, más de un ciclón al año en promedio llegan a esta zona, y si bien es cierto que hay años que no se presenta ninguno, hay otros en los que entran dos y hasta tres. Es fácil deducir que cuando esto sucede, los efectos se superponen aumentando considerablemente su poder destructivo.

Por otra parte, la constante influencia de las brisas marinas con gran contenido de aire húmedo ocasiona que el ambiente mantenga un grado de hume-

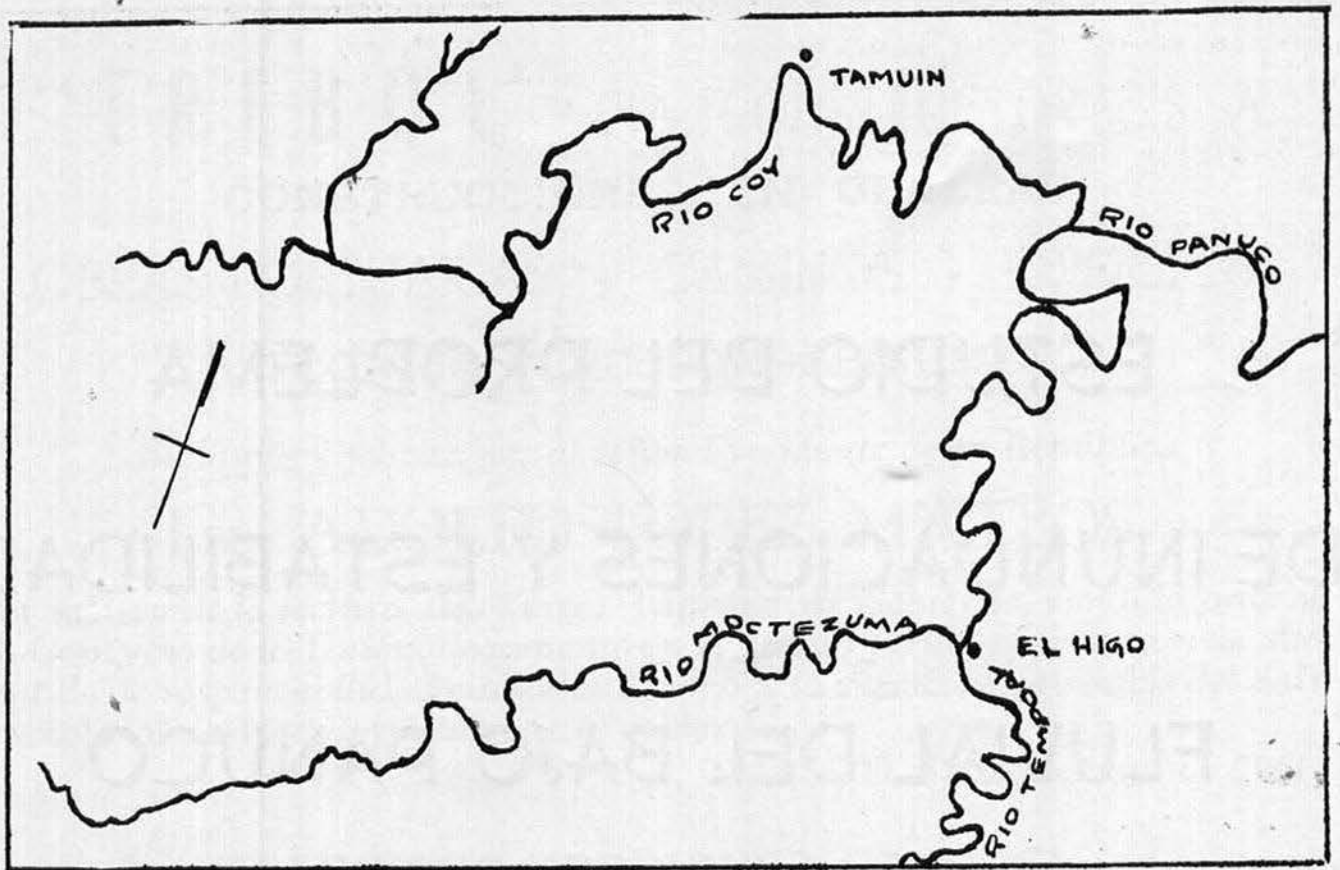


FIG-I

dad tal que facilita abundantes precipitaciones y fuertes avenidas. A fin de poder predecir y controlar estas avenidas hay necesidad de analizar su tránsito. Este análisis se puede hacer por dos métodos fundamentales:

- a) Métodos Hidráulicos
- b) Métodos Hidrológicos

Los primeros, están basados en la solución de las ecuaciones diferenciales que definen el flujo en un río, cuya deducción se hace a partir de dos hipótesis fundamentales: la primera, limita la aplicación de las ecuaciones a ciertas condiciones de la corriente para la cual la carga piezométrica es constante. La segunda, considera que la velocidad del agua en las paredes del cauce guarda una relación constante con la velocidad media de la sección.

La ecuación dinámica se basa en la consideración de que en un cierto tiempo el trabajo hecho por la resultante de las fuerzas externas y la de la gravedad actuando sobre un elemento dado de fluido, es igual a la variación de la energía cinética de la masa del fluido elemental. Esto es, basados en la expresión de la 2a. ley de Newton se tiene:

$$F = ma$$

pero por lo dicho

$$F = -\rho g A \frac{\partial h}{\partial x} dx - \rho g A \frac{v^2}{c^2 R} dx$$

$$y a = \frac{\partial v}{\partial t} + v \frac{\partial v}{\partial x} \quad m = \rho A dx$$

Donde

h = tirante

v = velocidad

c = coeficiente de fricción (p.e. Chezy)

R = radio hidráulico

A = área de la sección transversal

ρ = masa específica.

Sustituyendo y simplificando obtenemos

$$\frac{1}{g} \frac{\partial v}{\partial t} + \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{v}{g} \frac{\partial v}{\partial x} = S_0 - S_f$$

En que:

$$\frac{\partial h}{\partial x} = \text{variación total del tirante}$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + v \frac{\partial v}{\partial x} = \text{variación total de la aceleración}$$

S_0 = pendiente del canal

S_f = pendiente de la recta de gradiente.

La 2a. ecuación fundamental, se puede establecer considerando el principio de la conservación de la masa de un elemento diferencial entre dos secciones de un canal.

Se tiene que la variación total del gasto en el tramo es

$$\left(\frac{\partial Q}{\partial x}\right) dx dt,$$

y la del almacenamiento es

$$B dx \left(\frac{\partial h}{\partial t}\right) dt = dx \left(\frac{\partial A}{\partial t}\right)$$

donde B = ancho del canal

h = tirante

A = área de la sección transversal

Usando el principio antes expuesto y haciendo operaciones tendremos que:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + B \frac{\partial h}{\partial t} = 0$$

Aprovechando las relaciones entre las características geométricas de un canal, esta ecuación puede transformarse en:

$$D \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{\partial h}{\partial t} = 0$$

donde $D = \frac{A}{B}$

Resumiendo, las ecuaciones fundamentales que se usan en estos métodos son:

$$\frac{1}{g} \frac{\partial v}{\partial t} + \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{v}{g} \frac{\partial v}{\partial x} = S_o - S_f$$

$$D \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{\partial h}{\partial t} = 0$$

Estas ecuaciones se complementan con las que nos dan la variación total en el tirante y la velocidad cuyas expresiones son:

$$\frac{\partial h}{\partial x} dx + \frac{\partial h}{\partial t} dt = dh$$

$$\frac{\partial v}{\partial x} dx + \frac{\partial v}{\partial t} dt = dv$$

Todas las expresiones anteriores pueden, mediante procesos gráficos y analíticos, transformarse en 4 ecuaciones conocidas como ecuaciones "características".

$$\frac{dx}{dt} = v + c \quad d(v + 2c) = g (S_o - S_f) dt$$

$$\frac{dx}{dt} = v - c \quad d(v - 2c) = g (S_o - S_f) dt$$

Donde v = velocidad c = celeridad de la onda de avenida; S_o = pendiente del fondo del canal S_f = pendiente de la línea de gradiente.

Sin embargo, la integración y aplicación de estas ecuaciones con fines prácticos es en extremo laborioso y requiere del auxilio de computadoras electrónicas, por lo que en general no son muy usados estos métodos.

Los métodos Hidrológicos, parten de una relación que se obtiene a partir del hidrograma de entrada y salida en un tramo de canal durante una avenida. La expresión fundamental es:

$$\frac{\Delta v}{\Delta t} = E - S$$

donde Δv = variación del almacenamiento en el tiempo de tránsito Δt

E = gastos de entrada promedio en Δt

S = gastos de salida promedio en Δt

Para el desarrollo de los métodos hidrológicos hay que suponer además que los efectos dinámicos del flujo se desprecian y que el almacenamiento es función directa del gasto, esto equivale a considerar que el flujo varía muy lentamente con respecto al tiempo y que, por lo tanto, es despreciable cualquier cambio en la pendiente de la superficie del agua que haga variar el almacenamiento. Este tipo de métodos son en extremo prácticos y fáciles de aplicar. Con los datos obtenidos con el análisis del tránsito de avenidas se tienen mayores elementos para dar una posible solución al problema de inundaciones.

Para la aplicación de estos métodos es necesario conocer la configuración del cauce y de la zona de tránsito de la avenida, en este caso se carecía de esos datos, por lo que no fue posible aplicarlos.

Se han hecho algunos estudios con el fin de encontrar la solución más adecuada al problema de las inundaciones, así, para la Secretaría de Recursos Hidráulicos la solución es la construcción de presas en la parte alta del Pánuco, y en tanto que para los técnicos holandeses H. A. Ferguson y J. J. Dronkers lo es el acondicionamiento de la parte baja del cauce, y la construcción de una nueva desembocadura del Pá-

nucu al sur de la actual, y en algunos casos, diques. Sin embargo, se considera que en ambos casos el área beneficiada se particulariza, por lo que debe buscarse que la solución que se dé, proyecte sus efectos sobre la mayor área posible.

Esto se podría lograr aprovechando como vasos reguladores las lagunas y lagunetas existentes en la llanura comprendida entre la Sierra Madre Oriental y el mar, y complementarlos con el acondicionamiento del bajo Pánuco y la construcción de un cauce de alivio. Por otra parte, como sea cual fuere la solución que se dé en la parte alta o intermedia del Pánuco, se hace necesaria la construcción del cauce de alivio, se presenta un análisis más completo en lo que a este aspecto se refiere.

El primer factor a considerarse, es el efecto del mar en la desembocadura y el remanso que produce en la parte baja del Pánuco.

Se hace necesario, entonces, calcular curvas de remanso para diversos gastos del río. Para el cálculo de curvas de remanso existen diversos métodos, entre ellos se eligieron:

- a) Método basado en las ecuaciones diferenciales del flujo no uniforme.
- b) Método de incrementos finitos.
- c) Método de Ezra.
- d) Método de Francis F. Escoffier.

Siendo este último el que se usó en definitiva, ya que los dos primeros por ser a base de tanteos requieren de cálculos laboriosos y muy tardados.

El 3o., es un método gráfico más práctico que los anteriores, sin embargo, al variar el gasto del río se hace necesario un nuevo desarrollo gráfico. El de Francis F. Escoffier representa por medio de unas curvas, las características físicas e hidráulicas de las secciones del río y permite variar el gasto con sólo cambiar la pendiente de una recta representativa de él, sin necesidad de hacer ninguna otra modificación.

La aplicación de este método se hizo para gastos de 1,000, 3,000, 5,000 y 8,000 m³/seg. y para dos condiciones diferentes del cauce: cauce natural y cauce dragado. Los resultados obtenidos dieron como conclusión que, en su parte baja, el Pánuco es capaz de transportar sin peligro de desbordamiento, gastos de 4,000 m³/seg. (Figs. 5-2, 5-3, 5-4 y 5-5).

Para gastos mayores que el anterior, el problema era calcular el nivel de inundación en los diversos puntos donde se podría comprobar con las mediciones hechas en 1955 si el resultado era el correcto.

Para el cálculo de niveles de inundaciones se usaron 5 métodos, dos de ellos basados en la ecuación de energía de Bernoulli en la forma siguiente:

$$E = t + \frac{v^2}{2g} + \Delta h$$

Donde t = tirante $\frac{v^2}{2g}$ = carga de velocidad

Δh = pérdida de carga por fricción.

En el primer método, se asimiló la sección del río antes y después del desbordamiento a una sección rectangular. En el segundo, sólo se consideraba sección rectangular el cauce del río, al desbordarse éste, como se conocía la topografía de la margen derecha, se tomó una pendiente media para ambas márgenes, transformándose la sección transversal del río en una combinación de rectangular con trapecial.

El tercero, de una aplicación más sencilla que los anteriores, se obtuvo de una observación de los datos obtenidos del uso del Método de Francis F. Escoffier, está basado en la consideración de que la pendiente media de la superficie del agua dada por las curvas de remanso, se mantiene constante después de producirse el desbordamiento, y así en cualquier punto, el nivel de inundación estará dado por la expresión:

$$Y = Sx$$

donde S = pendiente media de la curva de remanso
X = longitud del tramo considerado
Y = nivel de inundación buscado

De la aplicación de estos métodos, se obtuvieron para la sección natural los siguientes resultados, que se comparan con los observados durante la inundación de 1955.

Sección	Observados ° m.	Método 1°° m.	Método 2°° m.	Método 3°° m.	Q m ³ /seg.
6 + 700	0.31	1.755	1.588	0.59	5.000
	0.63	3.976	3.809	1.21	8.000
15 + 200	1.20	4.391	3.862	1.27	5.000
	2.25	10.085	5.885	2.56	8.000

* Niveles dados sobre el nivel medio de marea baja
** Niveles dados sobre el nivel medio de marea alta

Se analizaron también los niveles de inundación para el caso de la sección del río ampliada mediante el dragado de un canal a lo largo del eje del río, aumentando su profundidad a 15 m. y dando una plantilla de 25 m.

Determinados los niveles de inundación para diversos gastos y comprobados con la realidad, antes de definir las condiciones de trabajo del cauce de alivio, es necesario hacer la siguiente consideración de carácter práctico. Con el fin de no tener un cauce de alivio de dimensiones exageradas y dado que se tomará como avenida de diseño la de 1955, se permitirá que en Tampico existe un nivel de inundación de 1.81 S.N.M.M.A.; que es el nivel que se tiene cuando por el bajo Pánuco, en su tramo entre Tampico y el mar, se permite el paso de 8,000 m³/seg. y tomando en cuenta, además, que ese tramo de río se ha dragado en la forma ya descrita.

CURVA DE REMANSO
 RIO PANUCO
 $Q = 1000 \text{ m}^3/\text{seg.}$

ESC. VERT. 1:0.5

ESC. HORIZ. 1:50000

Elevaciones en metros

Fig. 5-2 V

ELEVACIONES

0.06

0.04

0.02

0.01

0.005

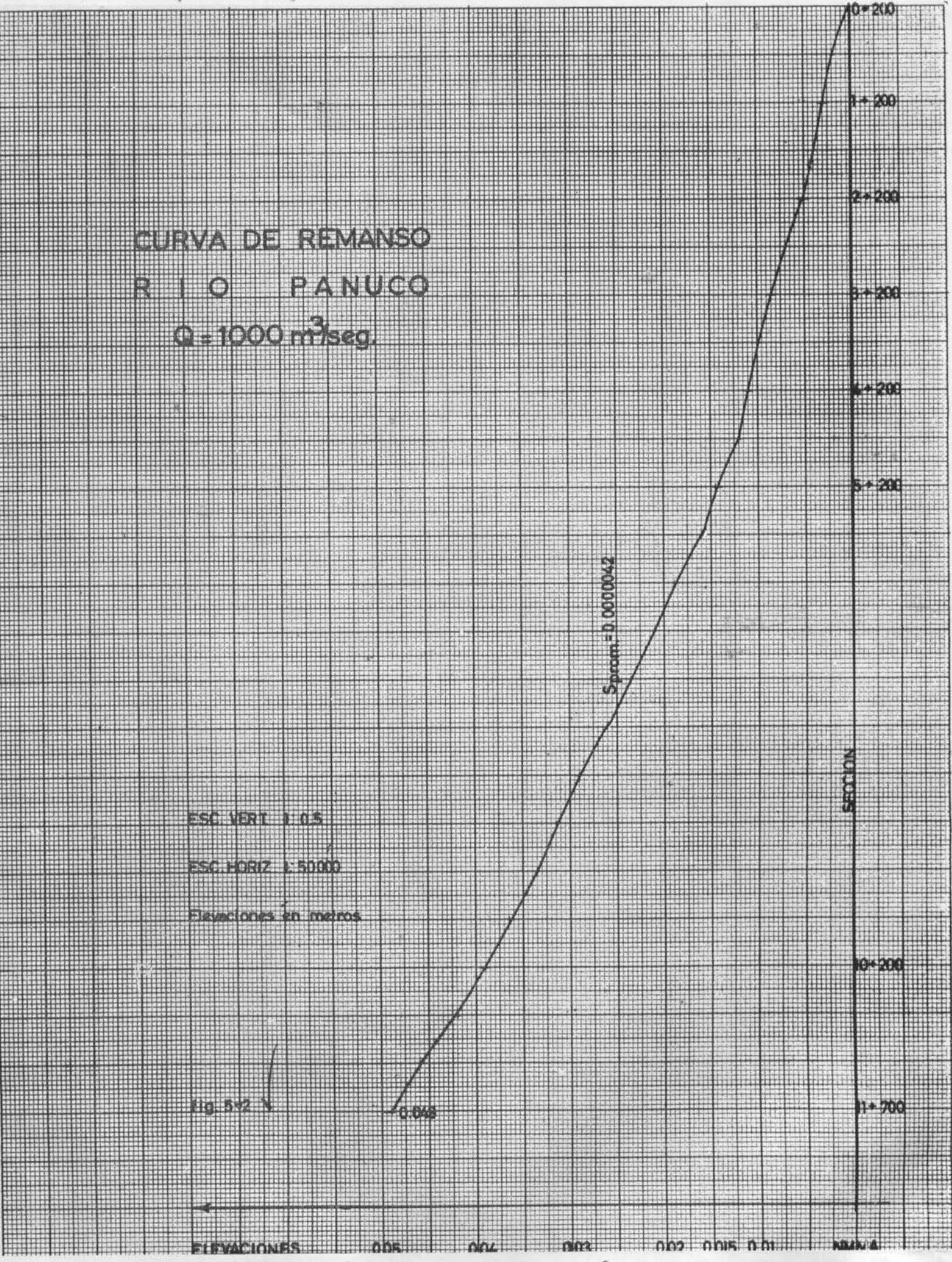
0.002

0.001

$S_{prom} = 0.0000042$

SECCION

10+200
 9+200
 8+200
 7+200
 6+200
 5+200
 4+200
 3+200
 2+200
 1+700



CURVA DE REMANSO
RIO PANUCCO

$Q = 8000 \text{ m}^3/\text{seg.}$

ESC. VERT. 1:5

ESC. HORIZ. 1:12500

Elevaciones en metros

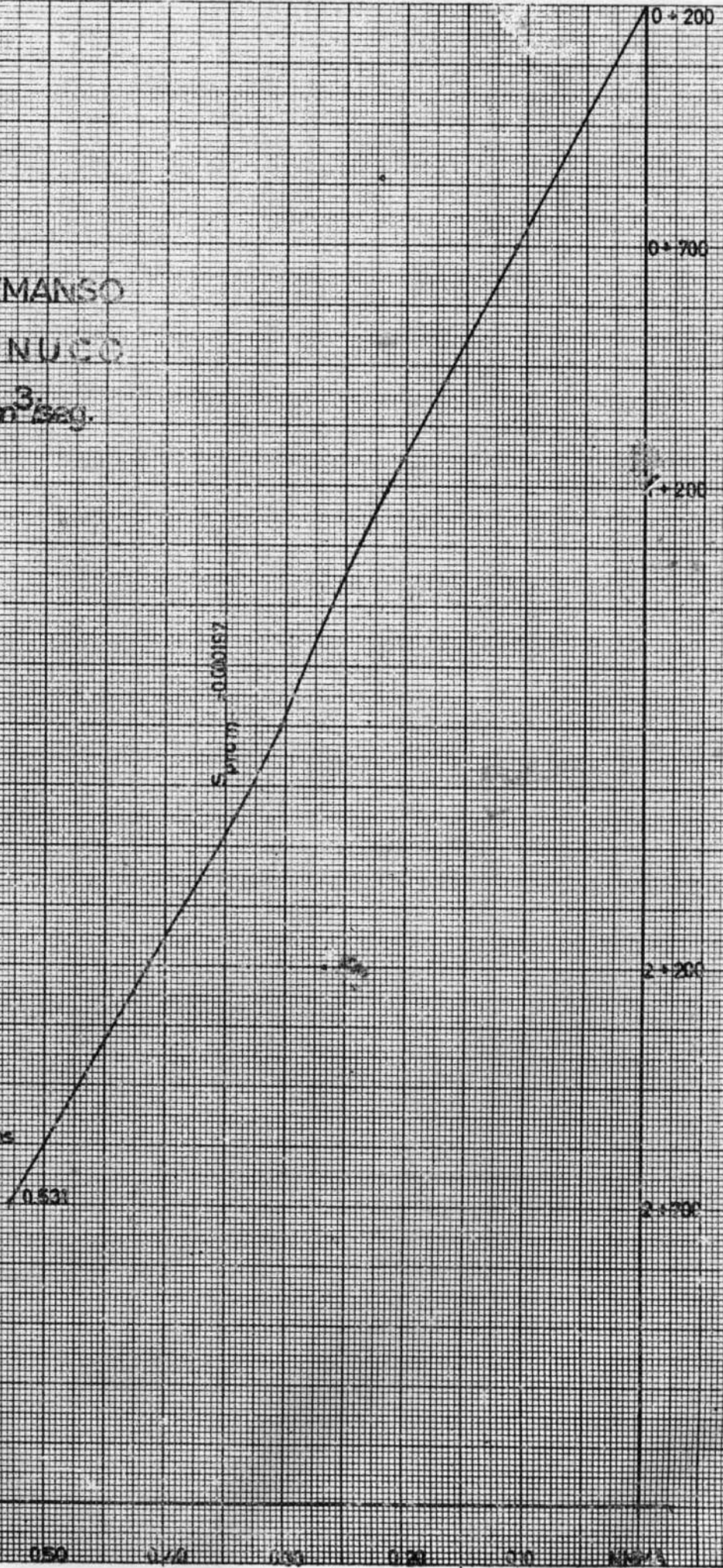


Fig. 5-5

ELEVACIONES

050

070

090

020

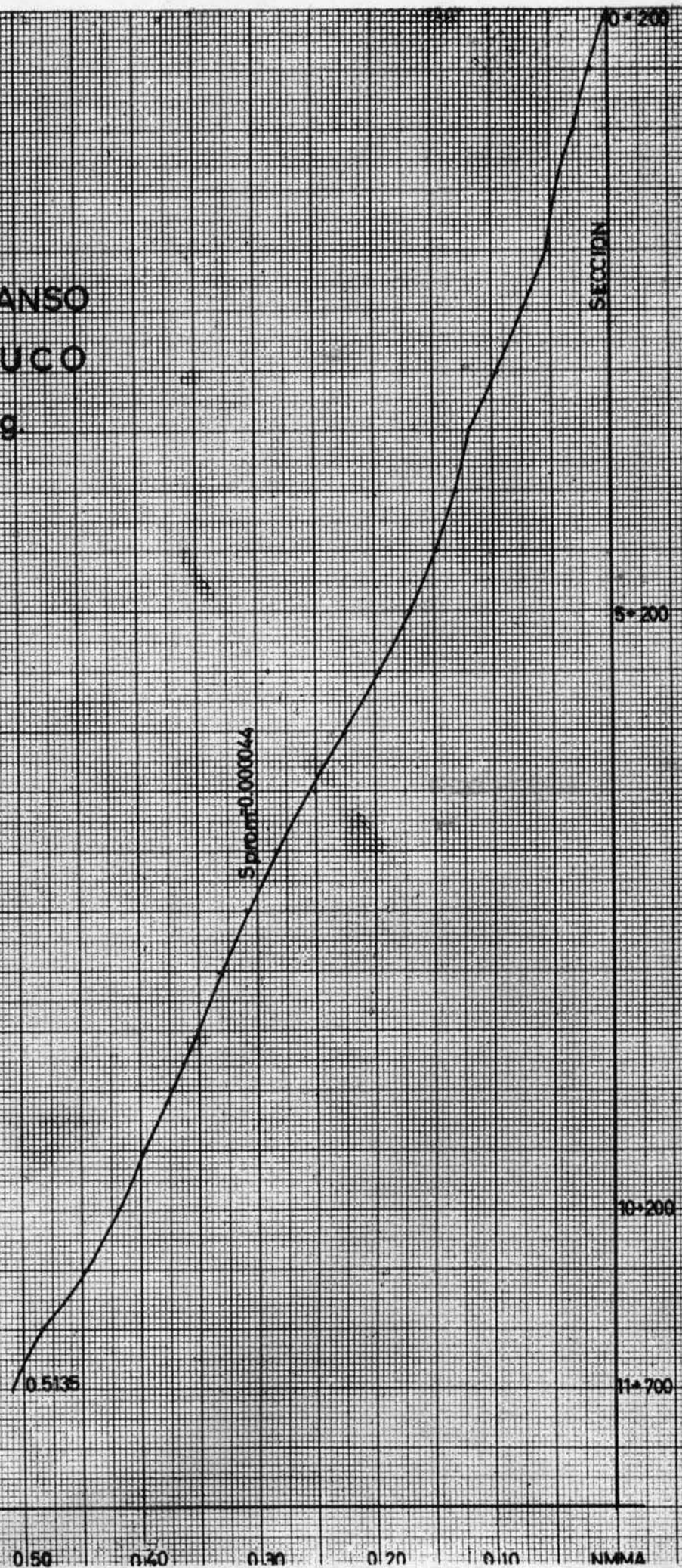
00

Km/3

CURVA DE REMANSO
RIO PANUCO
 $Q = 3000 \text{ m}^3/\text{seg}$

ESC. VERT. 1:5
ESC. HORIZ. 1:5000
Elevaciones en metros

fig. 5-3



ELEVACIONES

0.50

0.40

0.30

0.20

0.10

NMMA

Hecha esta consideración y con los cálculos anteriores podemos, primero fijar la localización del cauce y a continuación sus condiciones de trabajo.

La entrada del cauce podría localizarse entre las secciones 10 + 000 y 11 + 000 del río, su eje formaría con el del río, en su tramo comprendido entre las secciones 9 + 000 y 9 + 800, un ángulo de 90°. El cauce atravesaría el lomerío de la Mata Redonda, que está formado por areniscas fracturadas y concha de ostión petrificado. Los costos máximos serían del orden de los 40 m. y en promedio, de 25 m. a lo largo de 2 Km., después el cauce cruzaría por una planicie arenosa de 3 Km. de longitud hasta salir al mar. (Fig. 5-13).

Su gasto máximo de trabajo sería de 10,000 m³/seg. para avenidas tipo 1955 de 18,000 m³/seg.

Se hará otra consideración de carácter práctico, y es que, dado que las avenidas de 18,000 m³/seg. tienen una frecuencia pequeña, se diseñará la primera parte del canal para transportar los 10,000 m³/seg., en tanto que la 2a. podrá llevar 5,000 m³/seg., buscando con esto, que a través del funcionamiento del canal, sea la corriente misma la que le dé las dimensiones necesarias.

Para el diseño del cauce de alivio se ensayaron 4 métodos:

- Método de la máxima velocidad permisible.
- Método de la máxima fuerza tractiva permisible.
- Método de la sección hidráulica más eficiente.
- Usando la fórmula de Manning.

Siendo este último, el que dio las dimensiones más asequibles con la realidad. Las características del canal resultaron así:

	1a. Parte	2a. Parte
Plantilla	350 m.	179 m.
Tirante máximo	7.50 m.	7.50 m.
Ancho mayor	380 m.	209 m.
Talud	2:1	2:1
Velocidad	3.44 m ³ /seg.	3.44 m ³ /seg.

En la entrada del canal se propone una estructura compuesta de vertedor libre y vertedor con compuertas radiales en la cresta, distribuidos en la forma siguiente:

Vertedor libre = 500 m. de longitud

Vertedor con 10

Compuertas de 10 × 5.00 m. = 100 m. de longitud

Longitud total = 600 m.

La estructura formará con el eje del canal, un ángulo de ± 30°. Se sugiere como perfil para el vertedor uno tipo W.E.S. cuya ecuación es

$$y = \frac{x^{1.85}}{2H_d^{0.85}}$$

(Estando el origen del sistema de ejes, en la cresta del vertedor).

La cresta del vertedor con compuerta está a 3.15 m. bajo NMMA y como el agua del mar llega hasta la estructura misma y a un nivel igual al del espejo del río, este vertedor funcionará como sumergido.

En el vertedor libre no se tendrá este problema, ya que su cresta estará 30 cm. arriba del NMMA. Debido a las circunstancias antes expuestas, será necesario separar ambos vertedores por medio de un muro de concreto. A la salida de ambos, se proveerá un delantal también de concreto, y un zampeado de roca a fin de evitar socavaciones. Hubo que considerar también, que, la parte del río Pánuco comprendida entre las secciones 16 + 700 y 11 + 200 (entrada del canal de alivio) deberá reunir condiciones tales que permita transportar los 18,000 m³/seg. de avenida. Puesto que en la sección 16 + 700 para Q = 18,000 m³/seg. se observó en 1955, una elevación de 3.86 S. NMMA y en Tampico el máximo nivel que se permitirá será de 1.81, tendremos una pendiente hidráulica de 0.00081 la que da, aplicando la fórmula de Manning, una velocidad de 5.79 m/seg. y el área requerida será de 3,120 m², que, de acuerdo con las condiciones actuales del río significará un aumento de 1,000 m² en área por cada sección. Se propuso una sección de 355 m. de ancho por 10 m. de profundidad, que de acuerdo con el análisis de estabilidad de cauces, se obtuvo que aproximadamente es estable y por tanto sus gastos de conservación no serían elevados.

PARTE II

El estudio de estabilidad de cauces, es fundamental no sólo para conocer si el anteproyecto hidráulico propuesto para resolver las inundaciones, es económico desde el punto de vista de conservación de la sección, sino para saber si se puede proporcionar el calado necesario para buques de mayor capacidad.

La estabilidad de cauces ha sido objeto de muchos estudios, obteniéndose perfiles de equilibrio estático y dinámico de los cuales, para este caso, sólo interesa el dinámico, puesto que tendremos movimiento en el cauce. Veamos algunos análisis, al respecto.

Teorías sobre la estabilidad de cauces

1.—Teoría del régimen.

Está basada en los estudios de Kennedy y Lindley, los cuales establecen:

“Cuando un canal artificial, es usado para transportar agua cenagosa, el lecho y las márgenes se erosionan o sufren depósitos, cambiando la profundidad, la pendiente y el ancho, hasta que se obtiene el estado de equilibrio, momento en el cual, el canal está en

CURVA DE REMANSO
 RIO PANUCO
 $Q = 5000 \text{ m}^3/\text{seg.}$

ESC. VERT. 1:5

ESC. HORIZ. 1:25000

Elevaciones en metros

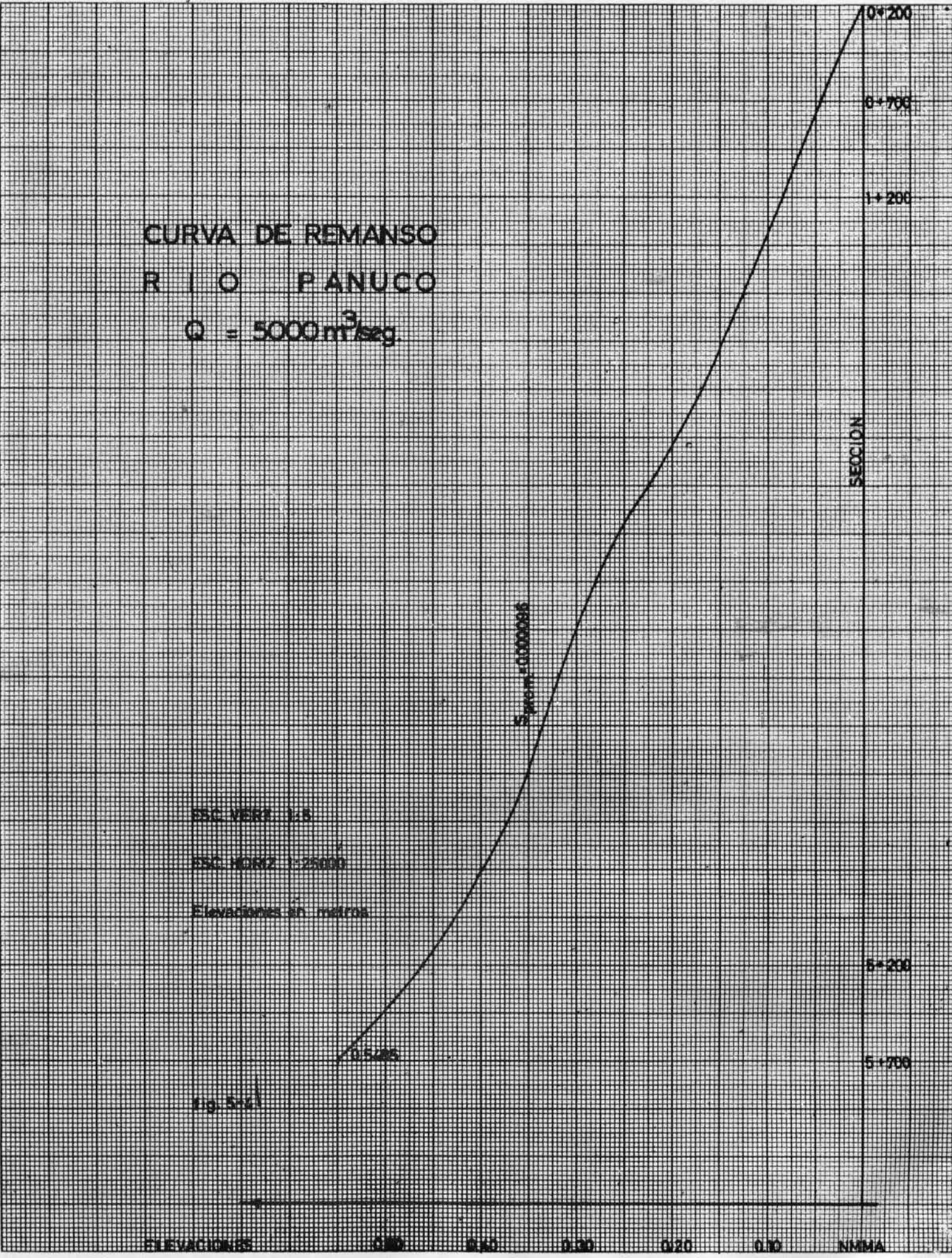
Fig. 5x1

S_{prom} = 0.000086

SECCION

10+200
 6+700
 1+200
 6+200
 5+700

ELEVACIONES 0.50 0.40 0.30 0.20 0.10 NMMA



régimen." Estas dimensiones dependen del gasto, de la cantidad y naturaleza del sedimento y de la rugosidad de la sección.

Basado en las consideraciones de Lacey, King separa los efectos del lecho y de las márgenes, llamando "Fb" al factor de lecho y "Fs" al factor de margen, encontrando las siguientes fórmulas prácticas de diseño.

$$b = \frac{F_b Q}{F_s}$$

$$d = \frac{F_s Q}{F_b^2}$$

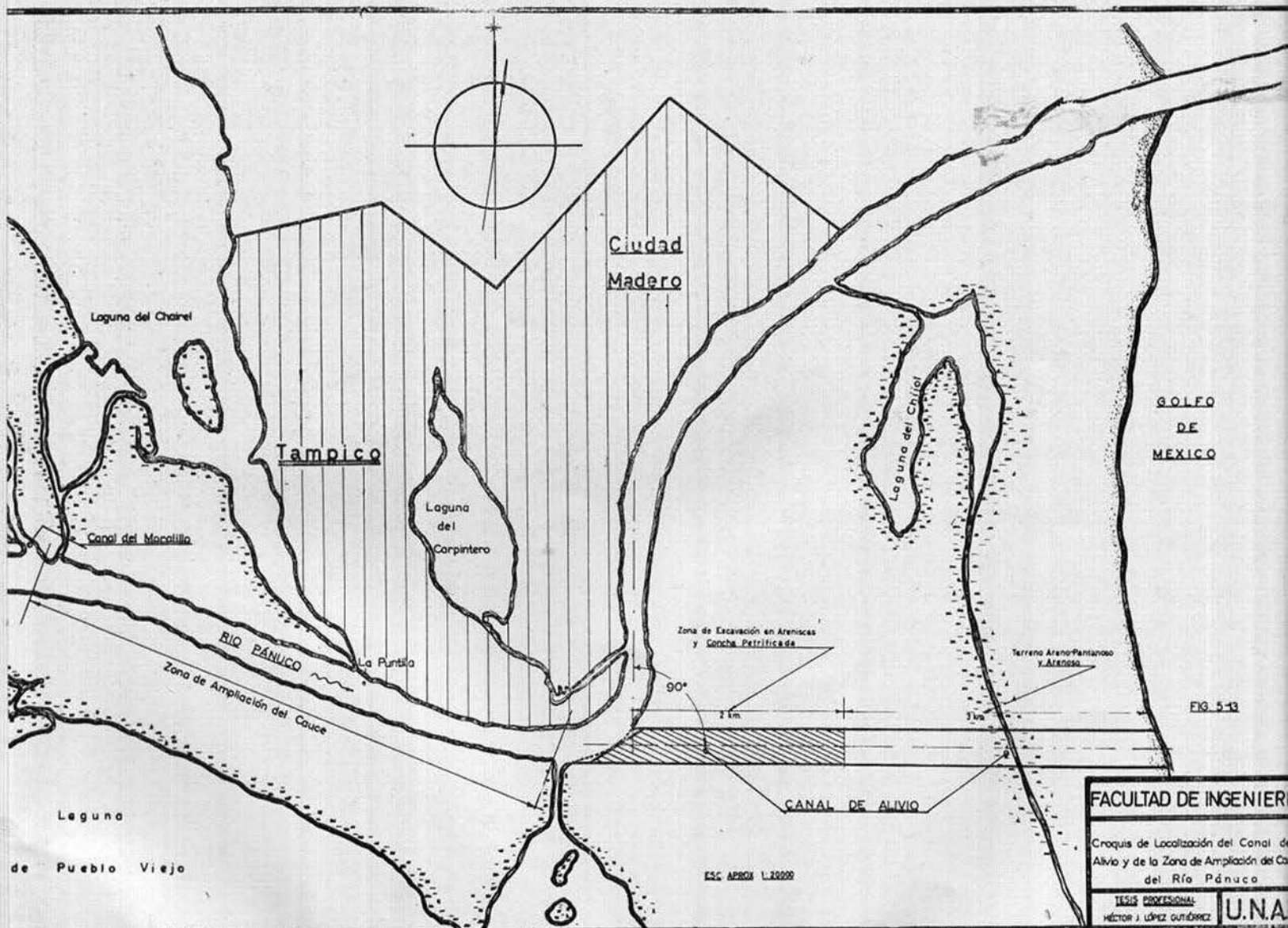
$$s = \frac{F_b^{5/6} F_s^{1/2} Q^{-1/6}}{3.63 \text{ g/2}^{1/4}}$$

$$v = (F_b F_s Q)^{1/6}$$

2.—El ruso Mostkov, propone el análisis de un cubo elemental, para obtener fórmulas de diseño, de modo de comparar el esfuerzo resultante de los esfuerzos longitudinal y transversal, con el valor límite del esfuerzo que corresponde al desplazamiento de una partícula en determinado lugar y saber así cuándo comienza el movimiento. Analizado el equilibrio, se llega a la ecuación diferencial de la sección transversal del cauce equilibrado:

$$\frac{dz}{\sqrt{1 - \left[1 - \frac{z}{h_{\text{máx}}}\right]^2}} = f \cdot \frac{dx}{1 \mp D}$$

en que "D" es un parámetro que representa la influencia de la dimensión de las partículas del fondo y su densidad, la profundidad máxima y el parámetro de cineticidad. Y con esta ecuación, se halla el área, el coeficiente de forma y el gasto del cauce de equilibrio límite:



$$\omega = 2 \frac{1 \mp D}{f} h^2 \text{ máx}$$

$$\delta' = \frac{1}{\pi \sqrt{1 \mp D}} \sqrt{\frac{2f}{1 \mp D}}$$

$$Q = 3.53 B h^{5/3} \text{ máx} \Delta_1^{-1/6} \sqrt{gs}$$

en que $\Delta_1 =$ altura de influencia del saliente de rugosidad.

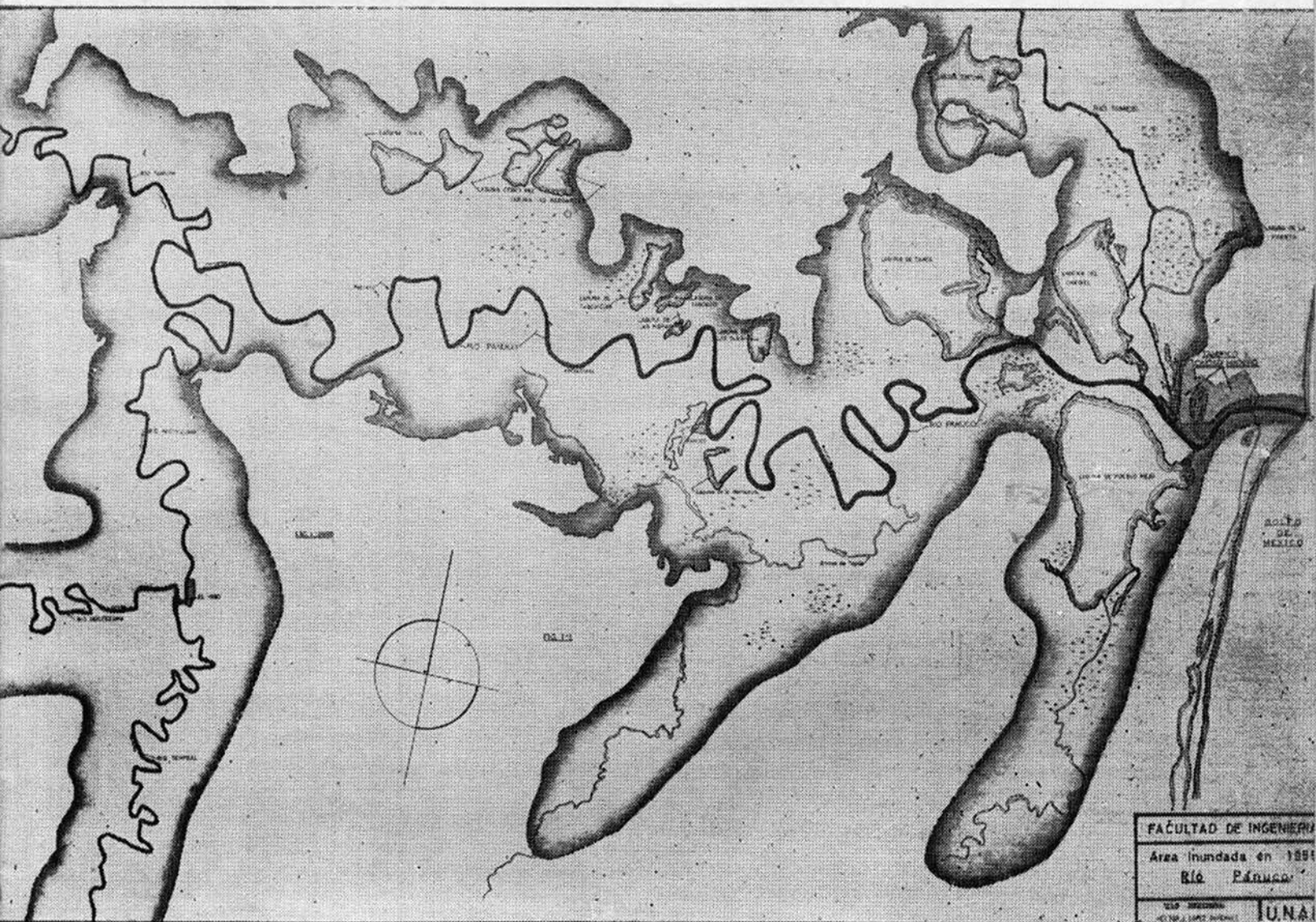
$$\frac{z}{h \text{ máx}} = \zeta$$

$$A = K^2 \left[\frac{v^*}{\omega} \right]^2 \frac{h \text{ máx}}{B}$$

$$K = \frac{c}{\sqrt{g}}$$

encontrando:

$$B = K b h \text{ c.p.} \frac{c^2}{g}$$



Conocido el equilibrio límite, hallamos la ecuación diferencial del cauce de equilibrio móvil:

$$d\xi = A \frac{1 - 2\lambda - \zeta}{\sqrt{1 - [1 - \zeta]^2}} d\zeta$$

en que:

$$\frac{\pi x}{\pi K} = \lambda$$

$$\frac{2x}{B} = \xi$$

$$\omega = AB h \text{ máx} \left[\frac{\pi}{4} - 2\lambda \right]$$

$$\delta'_1 = K \delta_1 \sqrt{\frac{g}{c}}$$

$$K \delta_1 = \frac{\sqrt{\frac{\pi}{4} - 2\lambda}}{1 - \pi \lambda} \frac{\omega}{v^*}$$

$$Q = 4.52 B h^{5/3} \text{ máx} \Delta_1^{1/6} \sqrt{gs}$$

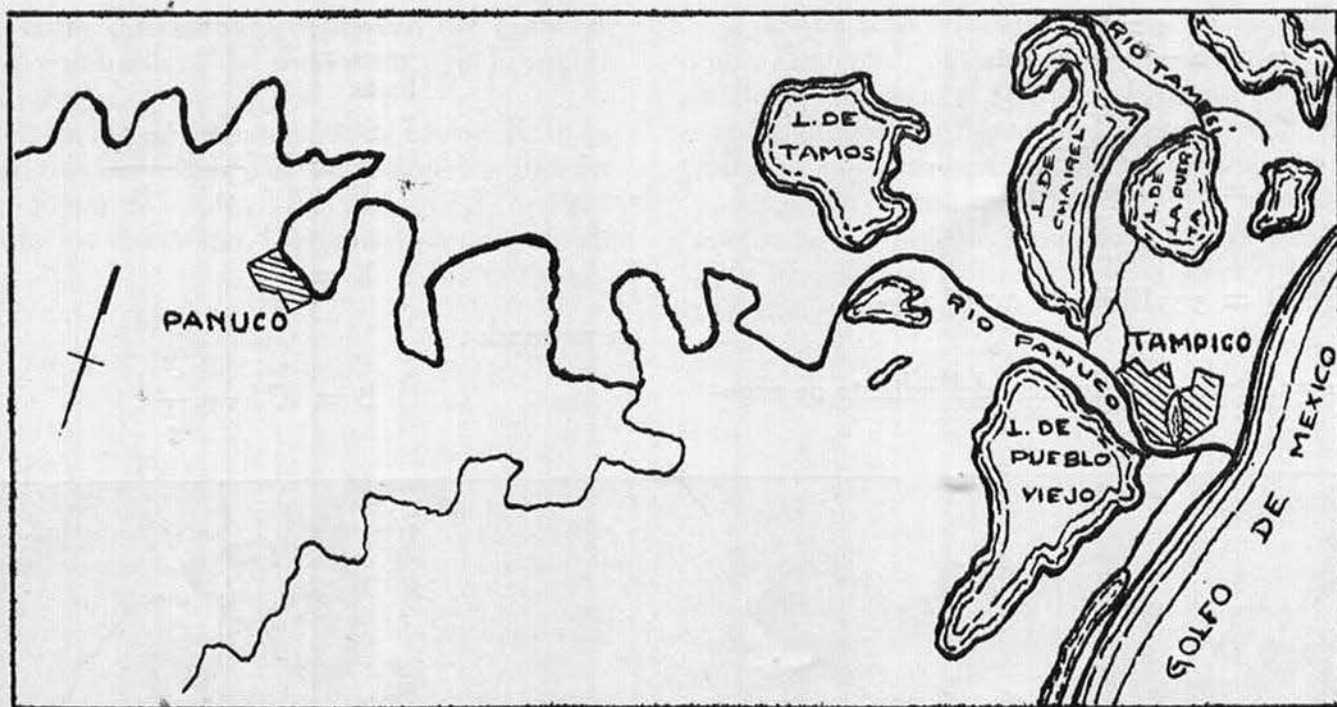


FIG I-2

3.—Teoría del esfuerzo cortante de arrastre.

El arrastre es la fuerza tractiva por unidad de superficie, representada por el producto de la profundidad de la corriente, la pendiente hidráulica y el peso específico del agua, causada por la fuerza de tracción de la corriente del agua.

Basados en lo anterior, Schoklitch, Du Boys, Krey, Meyer-Peter, O'Brien, Straub, Müller y otros, obtienen fórmulas para valuar gastos sólidos, tales como:

$$q_s = \psi H_s \left[H_s - \frac{\tau_c}{\gamma} \right] \text{ (Du Boys)}$$

en que ψ = características de las propiedades físicas del material.

$$q_s = 0.54 \frac{\gamma^2}{\gamma_s - \gamma} H_s (H_s - H_c S_c) \text{ (Schoklitch)}$$

$$q_s = 6.5 d^{3/2} \sqrt{\Delta g} \left[\frac{\mu H_s}{\Delta d} - 0.047 \right] \text{ (Meyer-Peter)}$$

en que:

μ = medida de la rugosidad del lecho
 Δ = densidad relativa

Otra de las aplicaciones de la teoría de arrastre es la valorización del esfuerzo cortante crítico de arrastre, lo cual realiza Schoklitsch en cauces naturales, encontrando que $\tau_c = \sqrt{0.385 (\gamma_s - \gamma) w \zeta}$ siendo " ζ " un coeficiente de forma; pero el valor que probablemente, esté más apegado a la realidad es el obtenido de las experiencias de Schoklitsch, Engels,

Gilbert, Schaffernak, el Instituto Prusiano de Experimentación, Kramer y Krey, llevadas a la gráfica:

$$\tau_c = 166d$$

Para obtener el diseño de márgenes estables, se usa también esta teoría, considerando un peso sumergido "W", un ángulo " α " como pendiente del talud de una margen y un ángulo " Φ " como ángulo de reposo del material, suponiendo la pendiente hidráulica constante.

Considerando lo anterior y el equilibrio, llegamos a la siguiente ecuación:

$$\frac{\text{sen } \alpha}{\text{sen } \Phi} = \sqrt{\frac{H^2_{\text{máx}} - H^2}{H^2_{\text{máx}}}}$$

considerando que cuando $H_{\text{máx}}$, $\alpha = 0$; con la cual podemos diseñar las márgenes.

Para conocer el perímetro mojado, basta con considerar

$$\text{sen } \alpha = \frac{dH}{dP}, \text{ llegando a:}$$

$$P = \frac{\pi H_m}{\text{sen } \Phi}$$

En estos estudios, habrá que tomar en cuenta que sólo cuando las líneas de igual velocidad son paralelas al lecho, pues cuando se trata de un río de montaña, las velocidades cambian en cada punto del perfil y los esfuerzos cortantes en planos verticales de determinada sección y la profundidad media de la misma, afectan el valor del arrastre.

De acuerdo con Morrourgh P. O'Brien y Bruce D. Rindlaub, se puede usar la teoría de Von Karman de flujo turbulento cerca de una superficie plana, a una distancia mayor que el espesor de la capa límite laminar, obteniendo:

$$\tau = \rho \left[\frac{c (v_1 - v_2)}{L \frac{z_1}{z_2}} \right]^2$$

en que: V_1 y V_2 son velocidades a distancias Z_1 y Z_2 de la frontera y C es un coeficiente que vale 0.44.—Teoría de Einstein y El Samni.

Esta moderna teoría, está basada en una gran experiencia de los autores, un gran acopio de evidencias y en la teoría del flujo turbulento.

Einstein y El Samni demuestran que el movimiento de las partículas del lecho, está gobernado por las siguientes leyes estadísticas.

a.—La probabilidad de una partícula de sedimento de ser movida por el flujo de la superficie del lecho, depende de la forma, el tamaño y el peso de la partícula, así como del flujo cerca del lecho, pero no de su historia previa.

b.—La partícula se mueve si la fuerza hidrodinámica de arrastre es mayor que su peso.

c.—Una vez en movimiento, la probabilidad de las partículas de ser redepositadas, es igual en todos los puntos del lecho, donde el flujo local no remueve inmediatamente la partícula, otra vez.

d.—La distancia promedio que recorre una partícula, entre dos puntos consecutivos de deposición en el lecho, es una constante para cada partícula y es independiente de las condiciones de flujo, la relación de transporte y la composición del lecho.

Para el grano de sedimento de esfericidad media, esta distancia se puede considerar como 100 veces el diámetro del grano.

e.—El movimiento de las partículas del lecho, en saltos, puede ser despreciado.

f.—El disturbio en la superficie del lecho por movimiento de las partículas de sedimento, puede ser despreciado. Por consiguiente las variables que determinan la carga del lecho, son:

A.—La composición del lecho dentro de un área de 100 diámetros.

B.—Las condiciones de flujo cerca del lecho, en la misma área y por lo tanto las leyes de equilibrio en transporte de sedimento, pueden usarse para describir el transporte de carga de lecho, en un lecho cambiante, tan ampliamente como es posible describir el lecho y el flujo durante la transición.

Basados en las anteriores leyes estadísticas, los investigadores aludidos, proponen un cálculo, que proporciona resultados bastante apegados a la realidad.

ESTABILIDAD FLUVIAL DE LA SOLUCION AL PROBLEMA DE LAS INUNDACIONES EN EL BAJO PANUCO

Para resolver el problema de las inundaciones en Tampico y Ciudad Madero, se ha escogido como la mejor solución, la de dragar el tramo comprendido entre la estación 11 + 200 y el mar (lo cual además beneficia la navegación) ampliar el tramo de la Curva del Humo a la Puntilla y construir un canal de la Curva del Humo al mar.

Para poder analizar esta solución bajo el punto de vista de estabilidad fluvial, necesitamos conocer el gasto formador del cauce o gasto dominante, para lo cual contamos solamente con un hidrograma de gastos medios calculados elaborado por la Sría. de Recursos Hidráulicos de 1954 a 1959 y con la relación gastos — tirantes pendientes, obtenida con el método de Francis F. Escoffier. Con estos datos podemos conocer del hidrograma, la frecuencia de cada gasto y obtener la curva gastos-frecuencias. También es fácil conocido el diagrama gastos-tirantes hallar la relación tirantes-frecuencias y basándonos en la fórmula de Du Boys para gastos sólidos (por ser de las que proporcionan mejores resultados cualitativos), la curva-tirantes-gastos sólidos. Por último, si relacionamos a los tirantes, con el producto gastos sólidos-frecuencia, podemos hallar el tirante dominante que nos determina el gasto dominante buscado. (Figs. IV-1, 3, 4, 5, 6).

Es necesario aclarar que las fórmulas de gastos sólidos fueron obtenidas para arenas y en nuestro caso, el material es limo arenoso, de características cohesivas muy diferentes. Con objeto de usar los mencionados criterios, se hizo uso de un diámetro equivalente de arena, por medio de la relación del tamaño de las partículas con la velocidad requerida para erosión, transporte y depósito de las mismas, de Hjulstron, encontrando que para un diámetro de 0.06 mm del limo arenoso hay un equivalente de 0.5 mm de arena. (Fig. IV-2).

Para tener una verificación del gasto dominante encontrado, emplearemos también la teoría de régimen, procediendo de la siguiente forma:

- 1.—Obtención de la curva gastos-tirantes, a partir de las curvas de remanso.
- 2.—Obtención de la curva gastos - tirantes, a partir de las fórmulas de régimen.

En el cruce de las curvas 1 y 2, hallamos el gasto dominante. (Fig. IV-7).

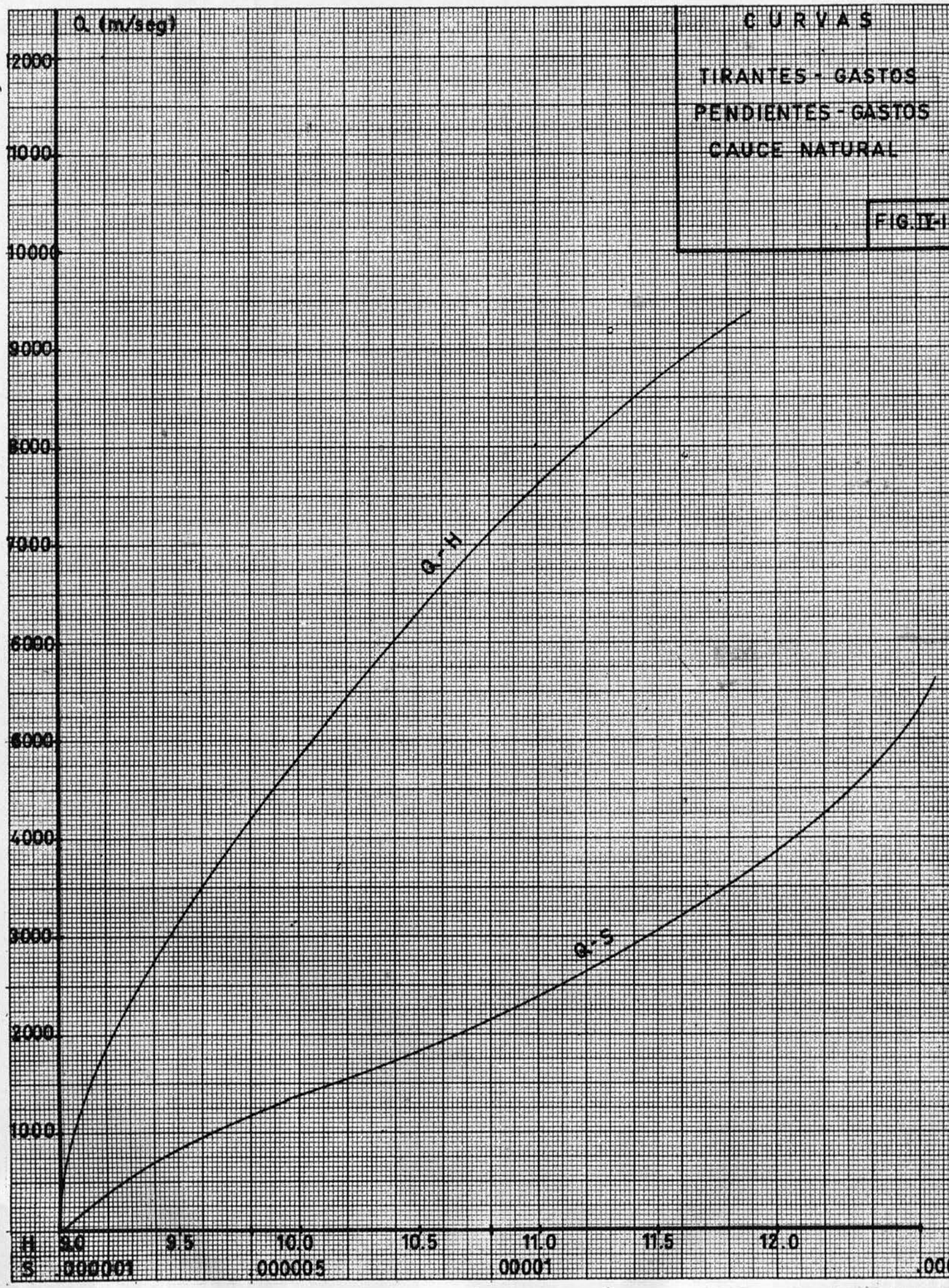
En el primer análisis el gasto dominante fue de 5,500 m³/seg. y en el segundo 4,700 m³/seg. tomándose 5,000 m³/seg. como gasto formador del cauce.

Análisis del tramo 11 + 200 — 16 + 700.

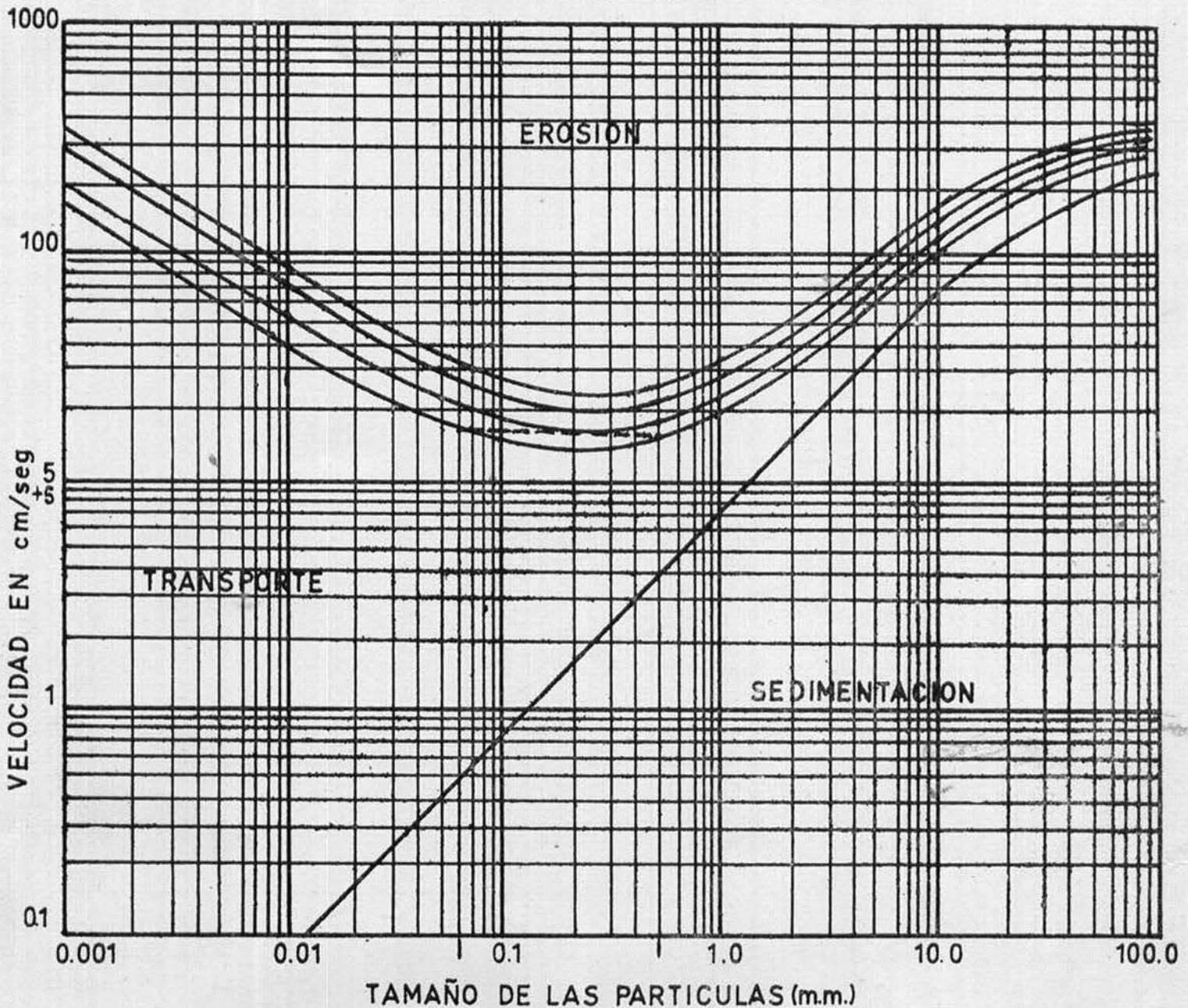
CURVAS

TIRANTES - GASTOS
PENDIENTES - GASTOS
CAUCE NATURAL

FIG. II-1



RELACION DEL TAMAÑO DE LAS PARTICULAS A LA VELOCIDAD
REQUERIDA PARA EROSION, TRANSPORTE Y DEPOSITO



OBTENCION DEL DIAMETRO EQUIVALENTE DE ARENA [FIG IV-2]

Este tramo en el anteproyecto ha sido ampliado dando una sección constante de 335 m \times 10 m analicémosla, usando los siguientes criterios.

a) Usando la teoría de régimen, conservando lb y variando convenientemente el tirante y la velocidad, hallamos las relaciones tirantes-anchos y tirantes-pendientes con el gasto dominante, encontrando:

Para H = 10 m B = 326 m
 Para B = 335 m H = 9.85 m
 Y S = 0.0000675, siendo la correspondiente, según el anteproyecto
 S = 0.000047, para el mismo tirante.

Los anteriores resultados, indican que el factor de lecho considerado es aproximadamente correcto y

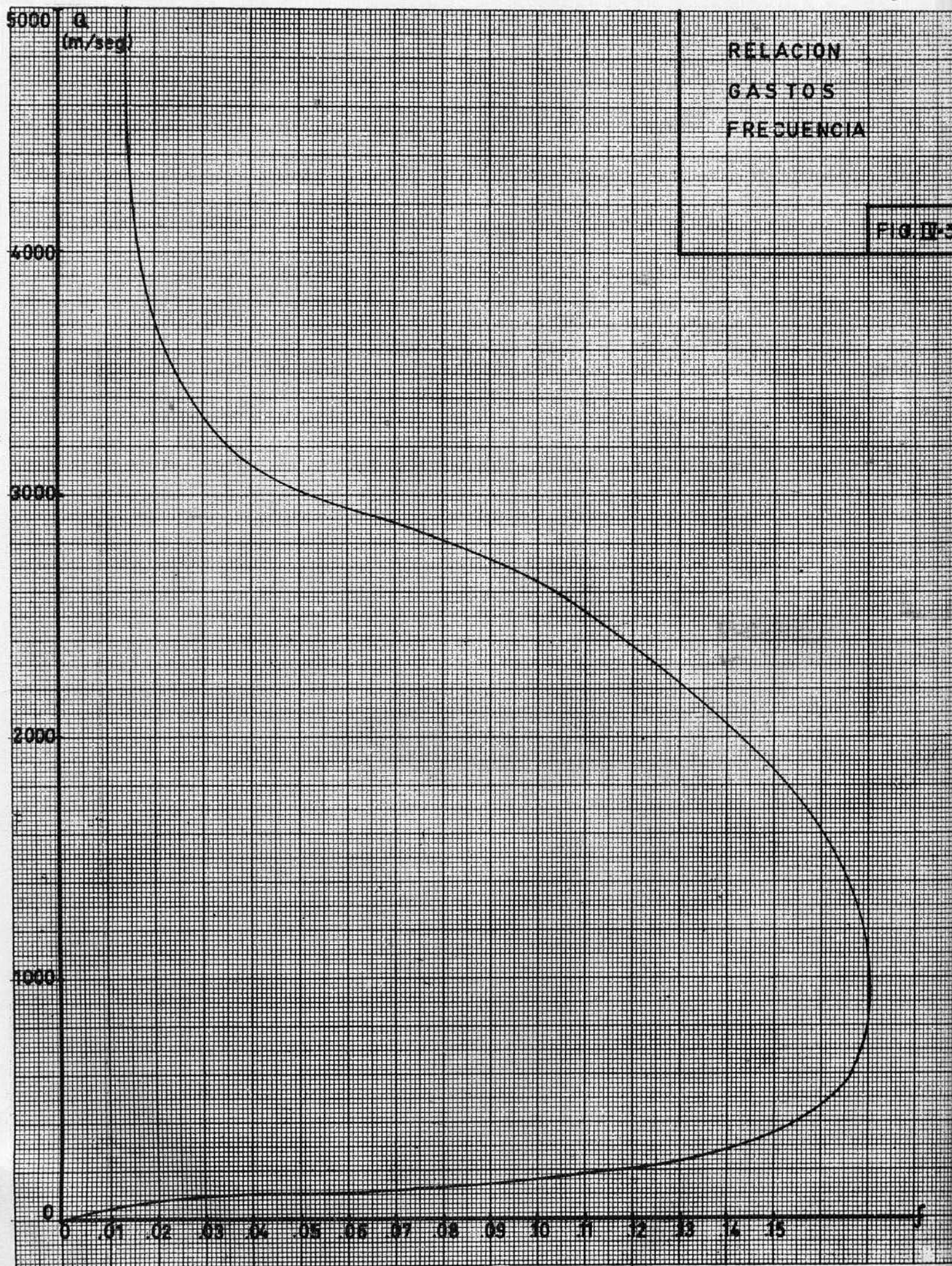
que el área de equilibrio que éste nos determina al conservarlo constante, tiene valores cercanos a los del anteproyecto.

b) Aplicación completa de la teoría de régimen, en condiciones prácticas de aplicabilidad.

Usando las fórmulas ya vistas en la teoría tenemos:

B = 405 m > 335 m
 H = 9.2 m < 10 m
 S = 0.0000451 < 0.0000675
 V = 1.45 m/seg. < 1.52 m/seg.
 Análisis del tramo 16 + 700 al mar

Para conocer si la capacidad para llevar gasto sólido en el Bajo Pánuco dragado (11 + 200 al mar)



RELACION
GASTOS
FRECUENCIA

FIG. II-3

q_s (ft/seg-ft)

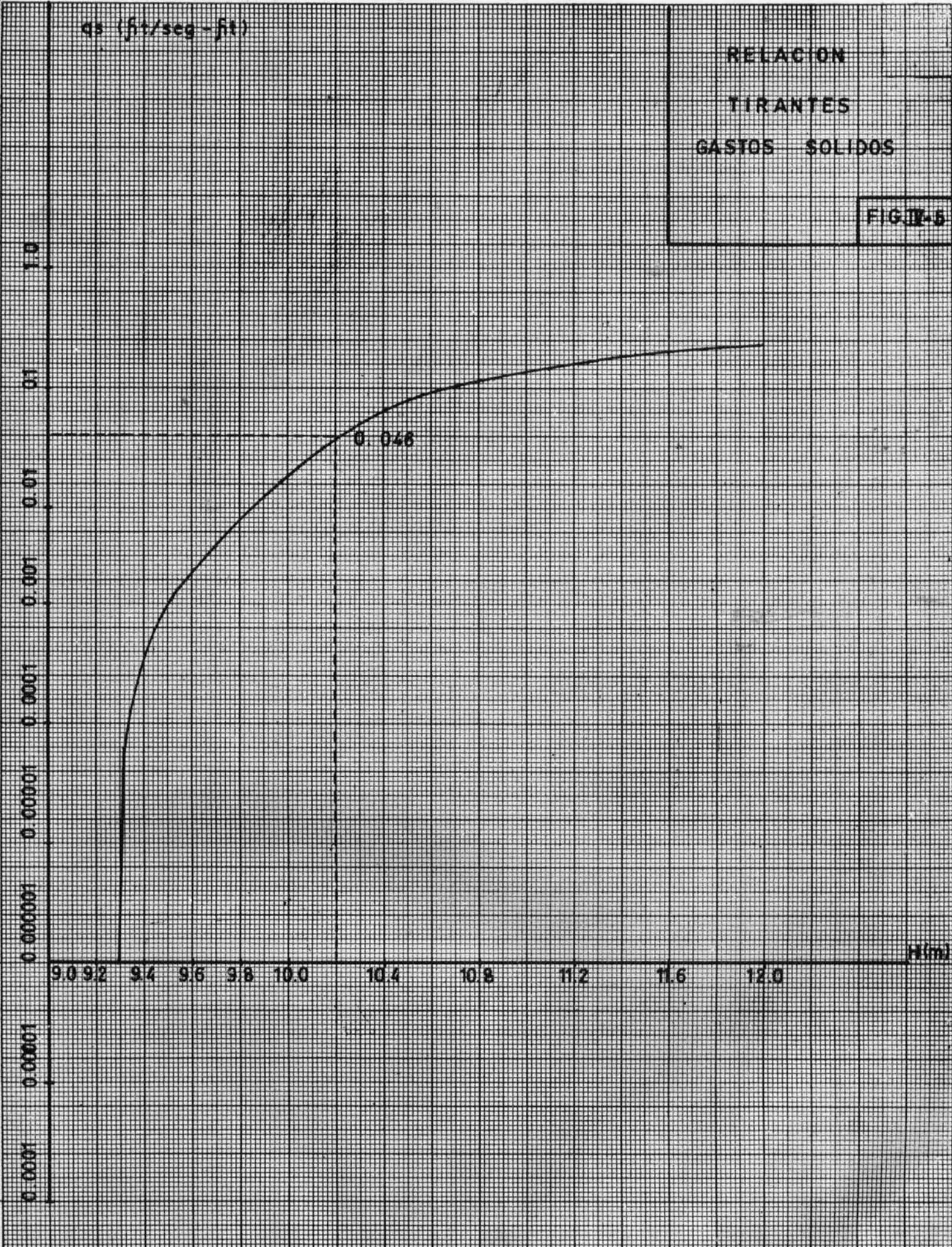
RELACION
TIRANTES
GASTOS SOLIDOS

FIG. 12-5

1.0
0.1
0.01
0.001
0.0001
0.00001
0.000001
0.0000001
0.00000001
0.000000001

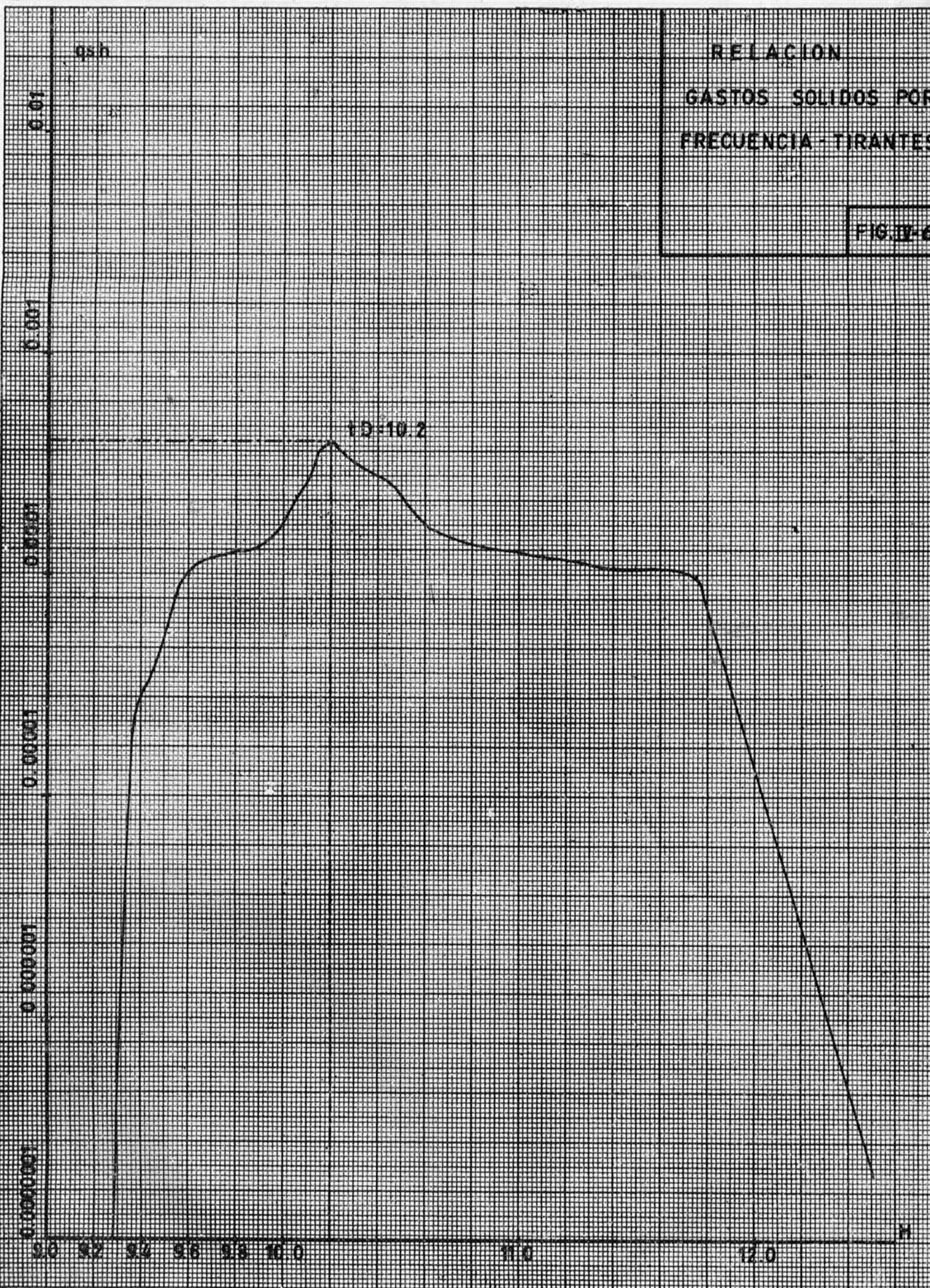
9.0 9.2 9.4 9.6 9.8 10.0 10.4 10.8 11.2 11.6 12.0 H(m)

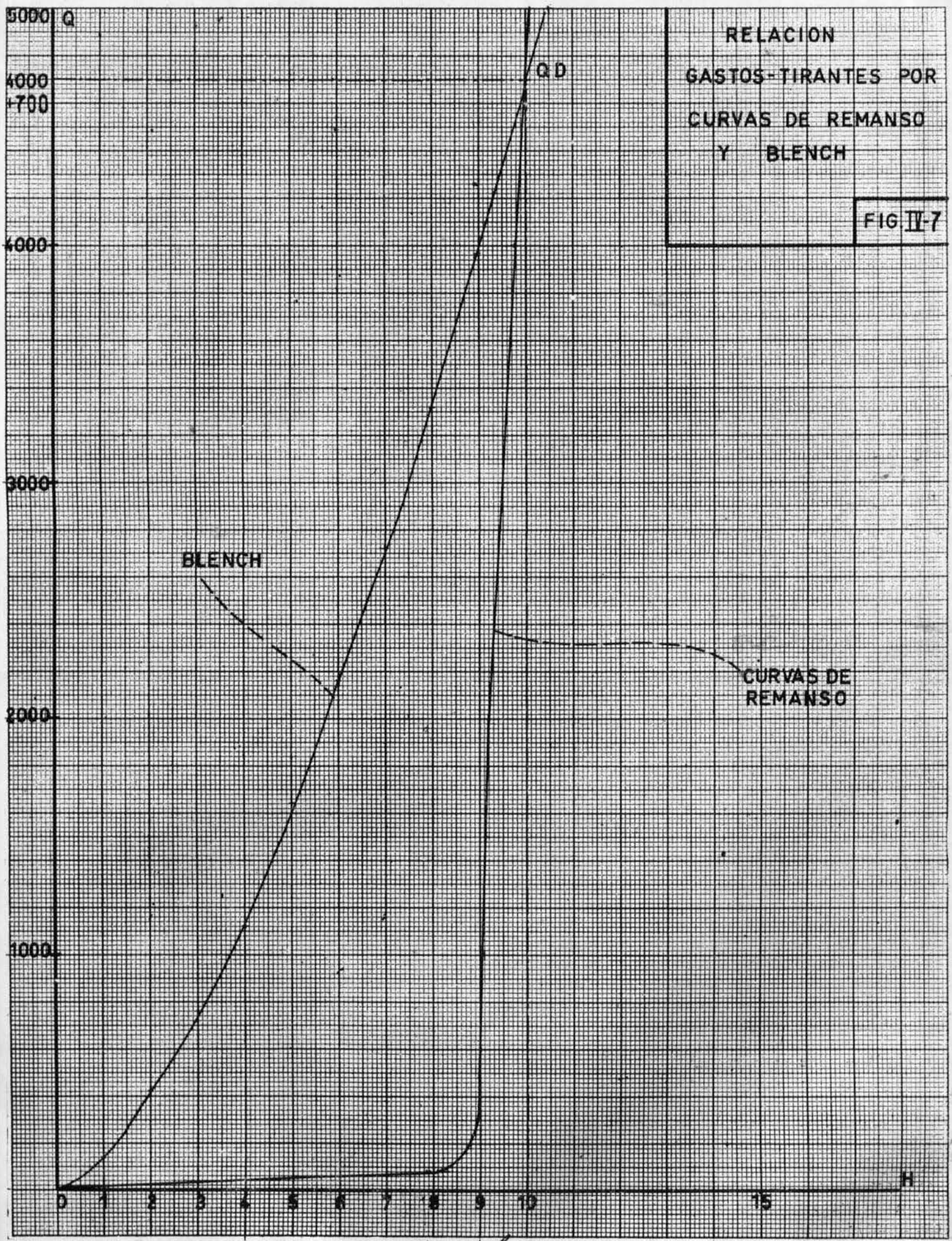
0.046



RELACION
GASTOS SOLIDOS POR
FRECUENCIA - TIRANTES

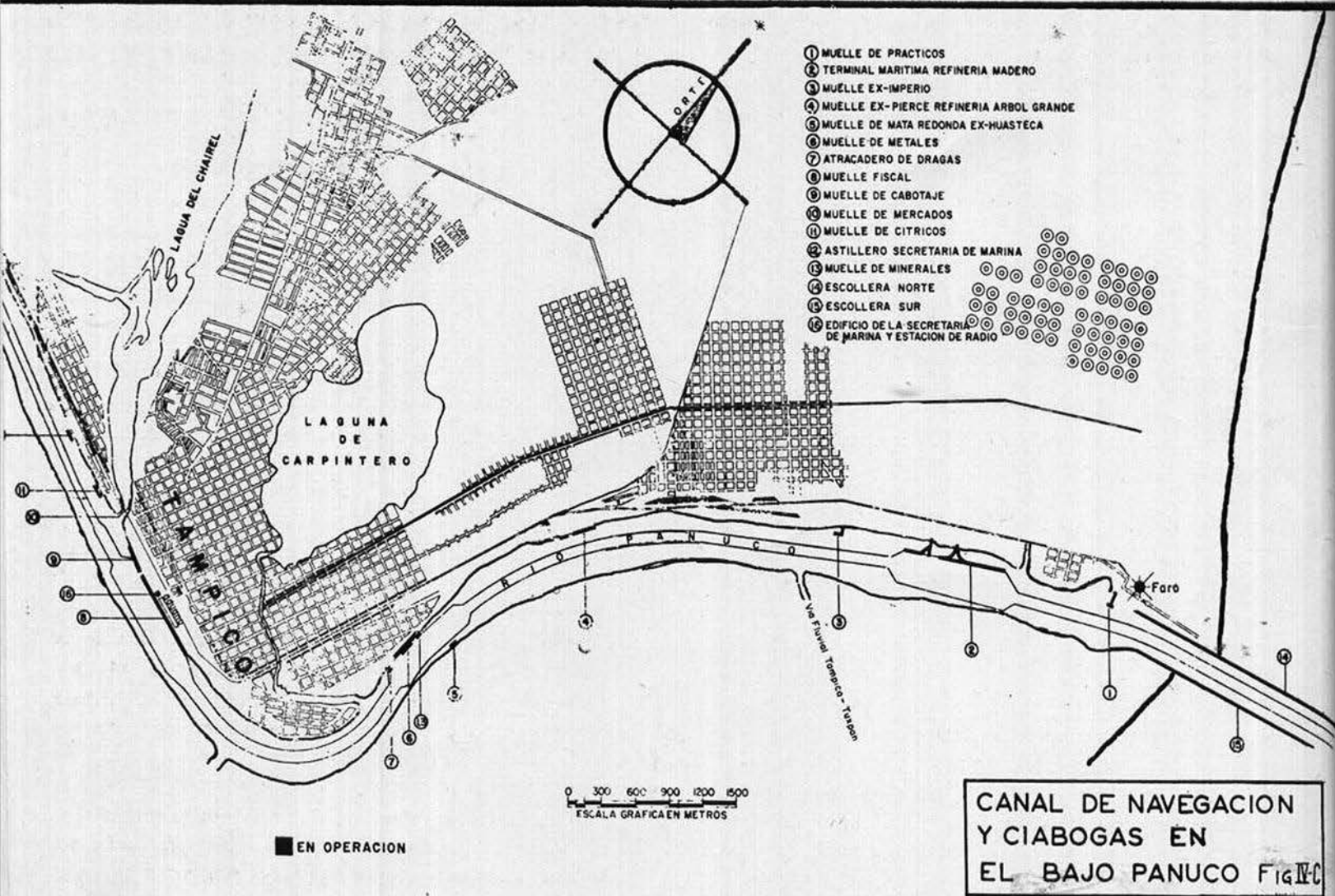
FIG. IV-6





RELACION
GASTOS-TIRANTES POR
CURVAS DE REMANSO
Y BLENCH

FIG II-7



es suficiente, necesitamos conocer este gasto en el Bajo Pánuco ampliado y establecer la diferencia.

Con objeto de saber qué fórmula podemos usar analizamos la de Du Boys y la de Meyer-Peter Muller (NEDECO), con las condiciones actuales del río, pues contamos con el dato, de que se están dragando alrededor de 3.000.000 m³ anuales, para establecer una comparación.

En el análisis se toma en cuenta, la sección completa y luego se reduce, pues lo único que se draga es el canal de navegación y las ciabogas, sin embargo no es posible tomar en cuenta que sólo se dragan los copetes de las dunas que forman el fondo, por consiguiente los resultados deben dar mayores.

$$\begin{aligned} \text{Du Boys} &= 11,600,000 \text{ m}^3 \\ \text{Meyer Peter} &= 3,080,000 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Estos valores indican claramente que la fórmula de Meyer Peter usada por NEDECO, nos proporciona magníficos resultados, por consiguiente, la aplicamos para saber si hay necesidad de dragar en la transición del tramo ampliado y el tramo dragado (curva del humo)

$$\text{Bajo Pánuco Ampliado } Q_s = 0.0161 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$\text{Bajo Pánuco Dragado } Q_s = 0.0266 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

De lo cual sabemos que habrá una erosión de 0.0105 m³/seg. y con ello podemos suponer con cierta seguridad, que no tendremos problemas de dragado. Además concuerda con la eralidad, en época de avenidas, lo cual nos sirve de comprobación, pues el gasto dominante es aproximadamente el gasto promedio de máximas avenidas anuales.

Análisis del tramo 11 + 200 al mar

Es muy importante conocer si al dragar de la Curva del Humo al mar, necesitaremos mayores gastos de conservación que los actuales.

Analizando con la fórmula ya vista, tenemos:

$$V = 2,610,000 \text{ m}^3 < 2,970,000 \text{ m}^3$$

Por consiguiente el dragado se reducirá, lo cual hace económicamente factible la solución.

Por último hay que notar que existen métodos que podrían proporcionar resultados más exactos, pero

no se pueden usar por falta de datos y el método usado es mucho más simple, proporcionando resultados bastante apegados a la realidad.

CONCLUSIONES

En el desarrollo de este trabajo, hubo necesidad de hacer varias hipótesis simplificatorias y suponer infinidad de datos, de los que se carecían, pues basta saber que sólo se contaba con el hidrograma de gastos medios calculados de 1954 a 1959, el perfil del cauce en sus primeros 20 Km., los niveles de inundación en algunos puntos de la Ciudad de Tampico y otros datos escuetos. De todo esto se desprende que se hace necesaria una campaña de medidas exhaustivas, con el fin de que además de desarrollar un estudio de gabinete completo, se pueda construir un modelo hidráulico de fondo fijo y otro de fondo móvil. Sin esta campaña, cualquier estudio posterior que se realice, será estéril.

Analicemos ahora las principales conclusiones de este estudio.

La solución que se considera más eficaz para resolver el problema de las inundaciones en Tampico y Ciudad Madero comprende dos aspectos, uno fundamental y otro complementario. El primero consiste en el acondicionamiento del cauce del Pánuco y la construcción de un cauce de alivio. El acondicionamiento del cauce, además de servir para desalojar con mayor facilidad los volúmenes excedentes, se haría con fines de navegación sobre todo hasta la sección 16 + 700. Aguas arriba de este punto el acondicionamiento dependerá fundamentalmente del estudio económico acondicionamiento vs. amortización por medio del tránsito fluvial.

El cauce de alivio que con una longitud de 5,150 m, partiría de la Curva del Humo para salir al mar al sur de la desembocadura actual del río Pánuco, justificaría su construcción por las siguientes razones:

a) Permitiría el desalojo inmediato del agua de avenidas, al iniciarse éstas, porque el sistema de com-

puertas diseñado, eliminaría cualquier aumento extraordinario en el gasto del río.

b) El régimen del río aguas abajo de la entrada del canal no sufriría modificación alguna ya que el cauce de alivio sólo funcionará en caso de avenidas y en el lapso de duración de las mismas.

c) Su costo de mantenimiento sería mínimo pues se reduciría al del sistema de compuertas.

d) El canal no sufriría daño en caso de presentarse avenidas mayores que las del diseño, por el contrario, su capacidad se vería aumentada en forma natural.

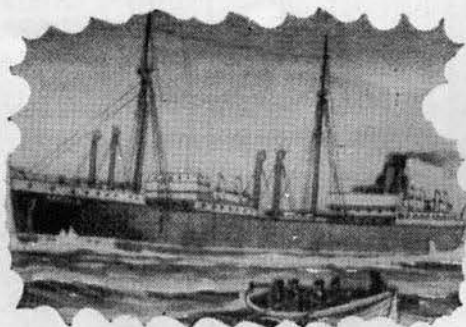
El aspecto complementario de la solución es el posible aprovechamiento de la capacidad reguladora de las lagunas que existen en las llanuras adyacentes a Tampico y Pánuco, Ver.

Finalmente es interesante hacer notar la posibilidad de aplicar las soluciones dadas al problema de Tampico y Ciudad Madero, a toda la región afectada, combinando: a) el control parcial de los afluentes del Pánuco en su parte alta por medio de presas; b) diques y espigones siempre y cuando la seguridad de su uso se comprobare en modelos hidráulicos; c) el cauce de alivio mencionado; d) regulación de las aguas en la llanura mediante la intercomunicación de las lagunas, si esto fuera económicamente viable, de acuerdo con las obras que tuvieran que realizarse.

Por lo que respecta al estudio de estabilidad fluvial, podemos considerar que la solución propuesta es satisfactoria, puesto que reduce el dragado de conservación.

En cuanto al dragado de construcción, resulta de 4,227,500 m³ o sea 1,227,500 m³ mayor que el anual de conservación, lo cual indica que es factible su financiamiento. Como ya se dijo, la mayor ventaja de este estudio, es la reducción del costo de conservación, pues según los cálculos baja de 3,080,000 m³ a 2,610,000 m³.

Por consiguiente, el costo de dragado de construcción del tramo 11 + 200 al mar, sería fácilmente cubierto, al bajar los costos de conservación y Petróleos Mexicanos obtendría mayores ventajas al poder usar buques-tanque de mayor calado.



OBRAS DE MEXICO, S. A.



Construcciones en General y
Obras Portuarias



Insurgentes 453 Despacho 122
Teléfono 14-12-92

AGENCIAS MARITIMAS DEL PACIFICO, S. A.

Agentes de Vapores

Gante 4-Desp. 306 México, D. F.

Dirección cablegráfica en todas las oficinas:
A M M S A

Oficina Principal: Gante 4 México, D. F.

SUCURSALES EN:

Ensenada, B. C. Mazatlán, Sin.
Guaymas, Son. Manzanillo, Col.
Hermosillo, Son. Acapulco, Gro.
y
Salina Cruz, Oax.

CONSTRUCCIONES RAPIDAS, S. A.

ING. HECTOR POINSOT REYES
PRESIDENTE



OFICINAS:

Querétaro No 144 Despachos 501 y 502

Tel. 25-23-76 México, D. F.

FERRETERIA
E. LANZAGORTA, S. A.
J. MA. IZAZAGA 89
MEXICO I, D. F.

AL SERVICIO DE LA INDUSTRIA
CENTRAL DE COTIZACIONES E INFORMACION

DIRECTOS: 12-29-3J y 13-06-30

18-16-40 EXTS. 40 y 48 21-88-40 EXTS. 99

DEPARTAMENTO DE LAMINAS Y PERFILES:

DIRECTO: 21-70-98

18-16-40 EXTS. 35 y 46 21-88-40 EXT. 98

DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCION:

DIRECTO: 13-70-02

18-16-40 EXTS. 36 y 44 21-88-40 EXT. 97

DEPARTAMENTO DE FERRETERIA:

DIRECTO: 21-70-76

18-16-40 EXTS. 13 y 42 21-88-46- EXT. 96

DEPARTAMENTO DE HERRAMIENTAS:

DIRECTO: 21-70-64

18-16-40 EXTS. 34, 38 y 10 21-88-40 EXT. 95

DEPARTAMENTO DE VALVULAS:

DIRECTO: 21-71-21

18-16-40 EXTS. 18 y 24 21-88-40 EXT. 4

**DEPARTAMENTO DE ASBESTOS, TECHADOS Y
PISOS:**

DIRECTO: 12-16-14

18-16-40 EXT. 41 21-88-40 EXTS. 7 y 904

DEPARTAMENTO DE ARTICULOS INDUSTRIALES:

DIRECTOS: 12-06-30 y 35-61-84

18-16-40 EXT. 60 21-88-40 EXTS. 6 y 8

Control Sanitario de las Corrientes, su Importancia

Relación de procesos sobre tratamientos de aguas negras en pequeños poblados

Por el Ingeniero Ermilo de J. Cámara H.

La importancia e interés que el control sanitario de las corrientes tiene, es del conocimiento de todo ingeniero y en general de todos aquellos elementos relacionados con la Salud Pública específicamente y en general de los planificadores de una región, por lo que respecta a la conservación de los recursos de la misma y por tanto de su potencialidad. Aún cuando tal problema no es nada nuevo, ni reciente, la importancia que a ello se viene dando en diferentes países, se puede observar en la literatura respectiva. Recordaremos que el control sanitario no solamente debe realizarse en los cursos de agua, sino en las playas litorales.

Las razones principales por lo que reviste interés el control sanitario sobre los cursos de agua y que pueden también aplicarse a las playas, son en general las siguientes:

HIGIENICAS: Debido a que las aguas contaminadas pueden ser origen de enfermedades que pueden dar lugar a epidemias y zoonosis.

ECONOMICAS: En el caso de cursos cuyo caudal se desee aprovechar con fines de abastecimiento, cuando estos están poluidos las instalaciones de potabilización son más complejas en su funcionamiento, lo que da origen a un costo más elevado tanto de la construcción de la propia planta, como en su operación y mantenimiento. En el caso del litoral y cuando cerca del punto de vertido hay bancos de cría

de ostras o moluscos, puede provocarse la condena-
ción del uso de los mismos.

ESTETICAS: Por el aspecto desagradable o los malos olores que del agua poluída pueden llegar a desprenderse.

LEGALES: Todos los problemas legales que tienen lugar al sufrir las consecuencias de la polución las poblaciones y propiedades aguas abajo del punto de vertido de las aguas negras.

No obstante lo anterior, en nuestro país no existe ningún programa ni legislación definida al particular, ya que el Código Sanitario de manera general prohíbe el vertido de aguas negras, por lo que respecta a cursos de agua e indirectamente en lo que se refiere a playas en el litoral: ejemplos de cursos y playas poluídas ya se tienen en nuestro país, por lo que ya debe pensarse en la necesidad de una Reglamentación Sanitaria adecuada y de organizar las Comisiones Especializadas al respecto, para llevar a efecto el reconocimiento y los estudios, para la protección y control de aspecto de tanta importancia.

En la República Mexicana es indiscutible que a la fecha la principal fuente polutiva de los cursos y playas lacustres y marítimas son las aguas negras y las aguas residuales de la industria.

Es cierto que en México como en toda la América Latina, la densidad general de población es muy pe-

queña en relación con la que se observa en otras regiones del mundo, pero esto no justifica se deje en el olvido dicho problema por la aparente falta de perjuicio que a la fecha produzca el vertido de las aguas negras en cursos y masas de agua.

Se pueden tener en cuenta, tanto en lo que respecta a la Reglamentación, como a la Planeación de Programas de Control Sanitario de Corrientes y Playas, los puntos a que se llegó en el Seminario Europeo de Ingeniería Sanitaria que tuvo efecto en 1954, los cuales son:

1. Determinar los objetivos a que se destine el agua.
2. Aplicación de una escala de calidad para el agua, según los usos a que se destine.
3. Reglamentar el control de los desechos de acuerdo con las prácticas de ingeniería, la economía y las relaciones de equidad.

Pudiendo ser los objetivos: abastecimiento de agua a la población o a la industria, mantenimiento de la vida acuática, irrigación agrícola, fines estéticos, o de recreo, navegación, desarrollo de energía eléctrica. **LO QUE LLEVA A QUE:**

1. La determinación del uso del agua deberá ser establecido, sobre la base de las necesidades demostradas tal como se revelen de los usos presentes o demandados por las condiciones locales. Tal valuación incluirá el reconocimiento de las variaciones y de la importancia relativa de las normas de uso establecidas.
2. La utilidad del agua para usos específicos será definida en términos de criterio de calidad. Este criterio deberá detallar las condiciones físicas, químicas y biológicas que deben prevalecer en la corriente. Tal criterio estará sujeto a modificaciones, ya sea aguas arriba o abajo, así que la información debida al estudio de la misma, tenga lugar.
3. El proyecto de las medidas de control deberá reflejar la utilización de la capacidad asimilativa de los cursos, incorporada a una valuación de los beneficios sobre los costos y representando un esfuerzo para reconciliar equidades. Sin embargo, una uniformidad de política en un programa de control de polución no significa la normalización de los requerimientos o que todo el peso de ella recaiga igualmente sobre todos los poluidores.

Un ejemplo relativo a los aspectos antes citados son los que siguen: "The New England Interstate Water Pollution Compact", comisión que controla

75,000 millas de cursos de agua, quedando bajo su jurisdicción 7 unidades de los Estados Unidos, la que clasifica a las aguas según 5 tipos, no se relaciona por considerarse cansado.

De lo anterior se observa la conveniencia de crear en nuestro medio las Comisiones para Programas de Control Sanitario de las Cuencas Hidrográficas y de Playas. Deberán ser las mismas Autónomas, pero, regidas por un Reglamento Sanitario ponderado, y de gran criterio.

Las citadas Comisiones deberán integrarse con elementos *especializados en Ingeniería Sanitaria*, representantes de cada Estado, así como los de las Dependencias Federales que tengan jurisdicción sobre cursos y playas. Asimismo, se encargarán:

- a) De educar sanitariamente a las comunidades, grupos sociales y económicos y a las personas en general sobre el problema, para la mejor comprensión de él y de su solución. Así como deberá promover los trabajos relativos a ello en todos los niveles.

Realizará:

- b) Los trabajos de investigación de las características físico-químicas y biológica de los cursos, determinando la temperatura del mismo a través del año, su contenido de oxígeno disuelto, el caudal de él a través del año, la velocidad de la corriente, la demanda bioquímica de oxígeno de las aguas negras que en él se vierten, etc., para conocer su capacidad receptiva y a su vez el grado de tratamiento de las aguas negras municipales o de las aguas residuales industriales, si necesario.
- c) De hacer que se cumpla, mejorar y ampliar el Reglamento Sanitario bajo el cual se haya instituido según los estudios y la experiencia que vaya recopilando dentro de la zona en particular y el de la República en general.
- d) Vigilar, supervisar y controlar todos los trabajos relativos a plantas de tratamiento de aguas negras dentro de su jurisdicción.
- e) Proporcionar ayuda técnica directa genral y por solicitud previa.

Resulta obvio que las disposiciones relativas al control sanitario de los cursos redundan en la necesidad del tratamiento de las aguas negras domésticas y de las residuales industriales, por lo que se refiere a nuestro medio nacional.

En el medio rural en particular como se sabe, la eliminación de las excretas se hace ya sea por medios

sin transporte hídrico o con él. En esta sencilla información se enunciarán aquellos con transporte hídrico que sanitariamente se consideran más correctos no solamente por lo que a casas independientemente se refiere, sino también para conglomerados o poblaciones rurales.

TANQUE SEPTICO O FOSA SEPTICA.—

Bien conocido de todo el público en general. Todo elemento técnico sanitario sabe que en el seno del mismo se produce descomposición anaerobia de la materia orgánica debiendo ser su diseño adecuado con el fin de que trabaje correctamente, por lo cual hay que tener cuidado en la determinación de su capacidad, por ser básico para su buen funcionamiento. El efluente anaerobio del mismo débese tratar acrobiamente por medio de: filtros de arena superficiales con caudal intermitente o no, o filtros de arena sub-superficiales, o líneas de infiltración. No obstante lo anterior un tanque séptico sólo puede servir en lo máximo a una población de 200 a 400 habitantes. Por ello este proceso de tratamiento se ve reducido a casas de familia, en el medio rural, en las zonas semi-urbanas de poblaciones de importancia o para moteles, o muy pequeñas comunidades.

SISTEMAS INDIVIDUALES CASEROS DE TRATAMIENTO AEROBIO DE LAS AGUAS NEGRAS

Aunque este proceso es el más recientemente usado en el medio semi-urbano y rural, para el tratamiento casero de las aguas negras se hace mención del mismo, antes que de otros por las razones expuestas por la Academia Nacional de Ciencias, Consejo Nacional de Investigaciones de los E.U. de América, pero principalmente por el hecho de ser un medio sumamente costoso de tratamiento casero, ya que el mismo es de \$940.00 a \$1,750.00 anuales incluyendo amortización, operación y mantenimiento del equipo, durante los primeros 20 años de vida del mismo, aclarándose que en el costo indicado no se incluye lo que en nuestro medio vendría a aumentar la cuota; los derechos aduanales que se tendrían que pagar, por lo que sólo debido a este aspecto, a la fecha, resulta objectionable este método de tratamiento en nuestro medio.

TANQUE IMHOFF.—Ampliamente conocido por todos aquellos elementos relacionados con los problemas sanitarios y de tratamiento de las aguas negras, a juicio del suscrito es un proceso conveniente para el tratamiento de ellas en especial en el caso de poblaciones rurales de importancia y mayores, tanto desde el aspecto técnico como en el económico. Su construcción tiene un costo bajo y su operación y mantenimiento es muy reducido. Al Tanque Imhoff le han limitado indiscriminadamente la amplitud del tipo de aguas negras que puede tratar, en especial, cuando estas conducen elevados porcentajes de aguas resi-

duales industriales o de hospitales; sin embargo ello no quiere decir que sus resultados no sean lo bastante nobles, aún en estos casos.

Se recordará que el Tanque Imhoff antecedido de rejillas, desarenador y en ocasiones de un desagradador, puede remover o reducir la D. B. O. de las aguas negras en un 30% como valor medio.

Se aconseja acción circular hasta para poblaciones de 2,500 a 3,000 habitantes. Siendo la rectangular la que se aconseja para poblaciones de más de 3,000 habitantes; el proceso de cálculo en ambos casos es bien conocido y el mismo aparece en varias obras al respecto.

El Ing. J. C. Díaz de Morses, del Departamento de Aguas y alcantarillados del Gobierno del Estado de Sao Paulo, Brasil, publicó, los trabajos siguientes en relación al Tanque Imhoff: "Las Relaciones de Superficie en los Tanques Imhoff Rectangulares" y "Dimensionamiento de Tanques Imhoff Rectangulares de una Sola Cámara de Sedimentación y Costo Mínimo". Estableció con ambos artículos un método de cálculo muy interesante y rápido para la obtención de unidades económicas y adecuadamente diseñadas. Lo breve de esta información no permite la transcripción, por lo menos de la parte práctica del proceso, del diseño.

Si se insiste en relación al Tanque Imhoff, es porque se considera que en nuestro medio todavía tiene múltiples usos y que precedido de tratamiento secundario por filtración biológica, puede dar resultados sumamente convenientes, sobre todo en el caso de poblaciones rurales en el que el agua negra por lo general no tiene la influencia de las aguas residuales industriales.

El costo inicial del tratamiento primario por T. Imhoff según Schroepfer, considerado para 1950. era:

Costo inicial de construcción y equipo	\$ 30.00 persona
Costo anual de operación	3.75 ..
Gastos anuales incluyendo intereses y amortizas	7.50 ..

LAGUNAS DE OXIDACION.—En relación a este proceso de tratamiento se tiene que existen dos grandes tendencias de proyecto: La estudiada por Gootaas y colaboradores y la que han venido considerándose comúnmente y estudiadas por Ehlers, Gloyna etc. Las recomendaciones de esta última tendencia son las que por lo general se siguen para el diseño actualmente de las mismas, siendo ellas conocidas por los Ingenieros Sanitarios, o sea una reducción de 56 Ks. D.B.B./Hectáreas y día como valor mínimo período de retención de 20 a 30 días y un tirante de 0.60 a 0.90 m con ciertas condiciones constructivas de los Bordos y de regulación del caudal en la operación.

CONCLUSIONES: De lo anterior se concluye:

1.—La necesidad de crear una Reglamentación Sanitaria adecuada para el Control Sanitario de las Corrientes y Playas.

2.—En función de la citada legislación crear los Organismos adecuados para llevar a efecto la misma, comenzando por lo menos con un grupo reducido que lleve a efecto los estudios iniciales en cada cuenca.

Este grupo deberá ser especializado en Ingenie-

ría Sanitaria y en particular además en el aspecto de Control Sanitario de Corrientes.

5.—Proceder a ejecutar trabajos de tratamiento de las aguas negras en el medio rural, para ir evaluando las ventajas y desventajas tanto desde el punto de vista técnico como económico, por lo menos en lo que respecta a los tratamientos por medio de Tanque Imhoff sólo o con Filtración Biológica y el de Lagunas de Oxidación antecedidas de Tanque Imhoff o Lagunas Anacrobias.



Ing.

Miguel Roa Piña

-contratista-

CONSTRUCCION
EN GENERAL

técnica - seriedad

PLAZA PERALVILLO No. 2-401
TELEFONOS: 47-29-25 Y 49-74-06

MEXICO, D. F.

CONSTRUCCIONES MARITIMAS Y TERRESTRES,
S. A.

Felicita al Sr. Presidente de la República
DON ADOLFO LOPEZ MATEOS
Con motivo de su tercer informe de Gobierno

Pino No. 193

México, D. F.

CORTESIA DE

ING. HECTOR ARTEAGA SILVA
CONTRATISTA



TAMIAHUA, VER.

CORTESIA DE
COMERCIAL GUIBE,
S. A.

J. BENITO GUITIAN LOPEZ
GERENTE

Pino No. 193

México, D. F.

LA EXPOSICION, S. A.

VIDRIOS, CRISTALES LUNAS, ETC.

VENTAS POR MAYOR Y MENOR

San Antonio Abad 3-p

Tels. 22-62-85 y 22-81-09

México 8, D. F.

7 S. A.

Proyectos,
Fabricación,
Instalación,
Mantenimiento

Receptores Profesionales de
Frecuencia Fija, Control a Cristal
Atención especial a problemas de
Electrónica Industrial

ROSAS MORENO 46-A

Tels.: 35-21-87- y 35-25-62.

México 4, D. F.

ESTA REVISTA SE IMPRIME
EN LOS TALLERES DE IMPRENTA
Y OFFSET

“ POLICROMIA ”



Dr. Olvera No. 63

México 7, D. F.

TEORIA IRROTACIONAL

DE SIR G. G. STOKES

POR EL ING. GABRIEL FERRER DEL VILLAR

miembro de la Sociedad Matemática Mexicana

Dada a conocer por su autor Sir George G. Stokes en el año de 1847, la teoría irrotacional representa al modelo matemático que describe el movimiento bidimensional o tridimensional de un fluido de una manera más acercada a la realidad física que otras teorías conocidas a la fecha.

Sin embargo por lo complicado de su estructura matemática ha sido menos desarrollada y estudiada que la teoría trocoidal de Franz von Gerstner (1802), la cual ha permitido plantear y resolver problemas que aun permanecen insolubles en la teoría de Stokes.

Stokes principió su teoría con la siguiente genial intuición: el movimiento irrotacional es el único que una masa líquida puede adoptar partiendo del reposo. Veamos con más detalle esto.

Para el movimiento irrotacional del oleaje la velocidad potencial, es función del espacio y de tiempo:

$$\Phi = \Phi (t, x, z) \quad (1)$$

Dicha función debe invariablemente satisfacer la ecuación de Laplace:

$$\frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Phi}{\partial z^2} = 0 \quad (2)$$

la cual representa la ecuación de continuidad:

$$\frac{\partial v_x}{\partial x} + \frac{\partial v_z}{\partial z} = 0 \quad (3)$$

Escrita en términos de los gradientes:

$$v_x = \frac{\partial \Phi}{\partial x}; v_z = \frac{\partial \Phi}{\partial z} \quad (4)$$

La carga total del fluido debe considerarse que varía siguiendo la ley:

$$\frac{v_x + v^2 z}{2g} + \frac{h}{\partial} + z - \frac{1}{g} \cdot \frac{\partial \Phi}{\partial z} F(t) \quad (5)$$

y la distribución de la presión debe considerarse de acuerdo con la hidrostática.

En el fondo del líquido evidentemente (v^2) se anula y a lo largo de la superficie libre se cumple ($p = 0$). Más aún cualquier partícula localizada en la superficie libre de la masa líquida no la dejará; obteniéndose entonces:

$$v_z = \frac{\partial \Phi}{\partial z} = \frac{\partial n}{\partial t} + v_x \frac{\partial n}{\partial x} \quad (6)$$

La solución de un problema específico sobre oleaje por este método consiste entonces en determinar la correspondiente velocidad potencial (Φ); los elementos del perfil (n) y la función del tiempo $F(t)$; la cual posteriormente será constante para olas que no alteran su forma y se aproxima a cero con la disminución de altura.

La teoría irrotacional fue desarrollada para olas de altura finita y profundidad uniforme en 1847 por Stokes, por Rayleigh en 1877, por Struik en 1926 y por Levi-Civita en 1925.

Stokes encontró en segunda aproximación, que la velocidad de propagación de una ola es independiente de su altura y el valor obtenido coincide con el que con anterioridad encontraron Airy y Gerstner, que es:

$$C^z = \frac{g L}{2\pi} \cdot \frac{e^{z\pi d/L} - e^{-z\pi d/L}}{e^{z\pi d/L} + e^{-z\pi d/L}} \quad (7)$$

Expresión que puede escribirse utilizando las funciones hiperbólicas de la manera siguiente:

$$C^z = \frac{g L}{2\pi} \cdot \operatorname{tg} \operatorname{hip} \frac{z\pi d}{L} \quad (7a)$$

La ecuación de la superficie de la ola es:

$$Y = a \cos \frac{2\pi x}{L} + \frac{\pi a^2}{L} \cos \frac{4\pi x}{L} \cdot \frac{(e^{z\pi d/L} + e^{-z\pi d/L}) \cdot (e^{4z\pi d/L} + e^{-4z\pi d/L} + 4)}{2(e^{z\pi d/L} - e^{-z\pi d/L})^2} \quad (8)$$

La que también al expresarse en funciones hiperbólicas se transforman en:

$$Y = a \cos \frac{z\pi x}{L} + \frac{\pi a^2}{L} \cos \frac{4\pi x}{L} \cdot \frac{(e^{z\pi d/L} + e^{-z\pi d/L}) \cdot (e^{4z\pi d/L} + e^{-4z\pi d/L} + 4)}{4 \operatorname{Sen}^2 \operatorname{hip} \frac{z\pi d}{L}} \quad (8a)$$

Stokes demostró, además, que las olas de amplitud finita viajando en aguas profundas $d > L/z$ no afectan una forma sinusoidal a causa de la existencia de un arrastre interior o transporte de la masa líquida en la dirección del movimiento de la ola (la órbita no es cerrada) el cual modifica la velocidad de la ola y por tanto el movimiento orbital.

La ecuación que expresa dicho transporte es:

$$U = \frac{4\pi a^2 C}{L^z} \cdot \frac{e^{\frac{4\pi}{L}(z+d)} + e^{-\frac{4\pi}{L}(z+d)}}{e^{z\pi d/L} - e^{-z\pi d/L}} \quad (9)$$

misma que se puede expresar utilizando las funciones hiperbólicas en la siguiente forma:

$$U = \frac{4\pi a^2 C}{L^z} \cdot \frac{\cos \operatorname{hip} \frac{4\pi}{L}(z+d)}{\operatorname{sen} \operatorname{hip} \frac{z\pi d}{L}} \quad (9a)$$

Para aguas profundas Stokes encontró en una tercera aproximación que la ecuación de la forma de una ola es:

$$Y = d \cos \frac{2\pi x}{L} + \frac{\pi a^2}{L} \cos \frac{4\pi x}{L} + \frac{3\pi^2 a^3}{2L^2} \cos \frac{6\pi x}{L} \quad (10)$$

y que la velocidad de traslación de la ola quedaba expresada por:

$$C_h = \sqrt{\frac{g L}{2\pi}} \left(1 + \frac{2\pi^2 a^2}{L^z} \right) \quad (11)$$

Para un cuarto grado de aproximación Stokes obtuvo para el perfil de la superficie la expresión siguiente:

$$Y = a \cos \frac{2\pi x}{L} - \left(\frac{1}{2} m a^2 + \frac{17}{24} m^3 a^4 \right) \left(\cos \frac{4\pi x}{L} \right) + \frac{3}{8} m^2 a^3 \cos \frac{6\pi x}{L} - \frac{1}{5} m^3 a^4 \cos \frac{8\pi x}{L} + \dots \quad (12)$$

y como expresión para la velocidad de la ola la siguiente:

$$C_h = gL \sqrt{\left(1 + \frac{4\pi^2 a^2}{L^2} + \frac{20\pi^4 a^4}{L^4} \right)} = \sqrt{\frac{g L}{2\pi}} \left(1 + \alpha^2 + \frac{5}{4} \alpha^4 \right) \quad (13)$$

o bien se puede expresar:

$$\left(\frac{C_h}{c} \right)^2 = 1 + \alpha^2 + \frac{5}{4} \alpha^4 + \dots \quad (13a)$$

Esta ecuación está en completa diferencia con la obtenida dentro de la teoría trocoidal para un mismo grado de aproximación, principiando la diferencia con la ordenada cuyo valor es:

$$-\frac{2}{3} a^4 \cos x \quad (14)$$

Levi-Civita demostró que la serie de Stokes era convergente y confirmó la fórmula de la expresión de la superficie de la ola para un cuarto grado de aproximación obtenida con anterioridad por Stokes.

Para la velocidad de la ola en quinta aproximación Levi-Civita obtuvo la siguiente expresión:

$$C_h = \frac{gL}{2\pi} \left(1 + \alpha^2 - \alpha^3 + \frac{7}{4} \alpha^4 - \frac{49}{12} \alpha^5 + \dots \right) \quad (15)$$

$$\alpha = f(h)$$

Expresando (15) en términos de (h) y (L) obtenemos:

$$Ch^2 = \frac{gL}{2\pi} \left(1 + \frac{\pi^2 h^2}{L^2} + \frac{\pi^4 h^4}{2L^4} + \dots \right) \quad (15a)$$

$$C = \frac{gT}{2\pi} \operatorname{tg} \operatorname{hip}(z) \left[1 + \frac{e^z + e^{-z} + z(e^{2z} + e^{-2z})}{(e^z - e^{-z})^4} \cdot \frac{\pi^2 h^2}{L^2} \right] \quad (16)$$

$$Z = 2\pi d/L$$

La cual se puede expresar utilizando las funciones trigonométricas hiperbólicas de la manera siguiente:

$$C = \frac{gT}{2\pi} \operatorname{tg} \operatorname{hip}(z) \left[1 + \frac{\cos \operatorname{hip}(z) + (\cos \operatorname{hip}(2z) + 6)}{8 \operatorname{sen}^4 \operatorname{hip}(z)} \cdot \frac{\pi^2 h^2}{L^2} \right] \quad (16a)$$

$$Z = 2\pi d/d$$

Siendo la expresión para la superficie de la ola:

$$Y = a \cos \frac{2\pi x}{L} - \frac{2\pi a}{L} \cdot \frac{(e^z + e^{-z}) \cdot (e^{2z} + e^{-2z} + 4)}{(e^z + e^{-z})^4} \cos \frac{4\pi x}{L} \quad (17)$$

$$+ \frac{\pi^2 a^3}{L^2} \frac{5(e^{6z} + e^{-6z}) + 14(e^{4z} + e^{-4z}) + 19(e^{2z} + e^{-2z}) + 32}{(e^z + e^{-z})^6} \cos \frac{6\pi x}{L}$$

$$Z = 2\pi d/d$$

La expresión (17) escrita utilizando las funciones hiperbólicas adquiere la estructura siguiente:

$$Y = a \cos \frac{2\pi x}{L} - \frac{2\pi a}{L} \cdot \frac{2 \cos \operatorname{hip}(z) + 2 \cos \operatorname{hip}(2z) + 4}{16 \operatorname{Sen}^4 \operatorname{hip}(z)} \cos \frac{4\pi x}{L}$$

$$+ \frac{\pi^2 a^3}{L^2} \frac{10 \cos \operatorname{hip}(6z) + 28 \cos \operatorname{hip}(4z) + 38 \cos \operatorname{hip}(2z) + 32}{64 \cos^6 \operatorname{hip}(z)} \cos \frac{6\pi x}{L} \quad (17a)$$

$$Z = 2\pi d/L$$

El hecho de que Levi-Civita haya podido demostrar que la serie de Stokes sea convergente, verifica (al menos teóricamente) la posibilidad de las olas periódicas estables.

Cuando la profundidad del mar es casi igual a la longitud o ligeramente menor, los términos que involucran la profundidad del agua en las ecuaciones deben conservarse. El proceso que en este caso se sigue es muy semejante al utilizado para el caso de aguas profundas pero la solución es algo más complicada. Stokes (1847) y Struik (1926) obtuvieron soluciones en un tercer grado de aproximación; la expresión para la velocidad de propagación de una ola es:

Una de las más importantes conclusiones a que se llega en el desarrollo de la teoría irrotacional de Stokes, es la forma que afectan las más altas olas o sea el valor máximo de la pendiente que una ola pueda llegar a adquirir. Stokes llegó a la conclusión que para cualquier ola cuyo ángulo en la cresta fuese mayor de 120° , la serie dejaría de ser convergente y por tanto la forma de la ola sería discontinua.

El problema fue planteado y desarrollado en la forma siguiente: El flujo se reduce a uno estado estable por medio de la suposición de una velocidad igual y opuesta a la celeridad de la ola: la velocidad potencial puede ser escrita entonces de la manera siguiente:

$$\Phi = A r^n \sin (n \theta) \quad (18)$$

En la cual (r) y (θ) son coordenadas polares con origen en la cresta, (θ) se cuenta en el sentido de las manecillas de un reloj. Sólo en los términos sinusoidales son posibles ya que el perfil es simétrico con respecto a la cresta. Las componentes de la velocidad normal a la superficie deben ser cero; por lo tanto:

$$\frac{1}{r} \cdot \frac{\partial \Phi}{\partial \theta} = A n r^{n-1} \cos (n \theta) = 0 \quad (18a)$$

de donde se deduce:

$$n \theta = \frac{\pi}{2} \quad (18b)$$

La componente radial:

$$\frac{\partial \Phi}{\partial r} = A n r^{n-1} \sin (n \theta) = A n r^{n-1} \quad (18c)$$

Es también la velocidad resultante; por lo tanto otro valor de (v) puede ser obtenido a partir del teo-

rema de Bernoulli; si las dos expresiones para las condiciones de la superficie son igualadas, se verá que:

$$v^2 \sqrt{2 g r \cos \theta} = A n r^{n-1} \quad (18d)$$

Ya que estas expresiones deben ser iguales para cualquier valor de (r) ; los exponentes deben también ser iguales y se obtiene:

$$\frac{5}{2} = n \quad (18e)$$

Entonces el semiángulo está dado por:

$$\theta = \frac{\pi}{2 n} = \frac{\pi}{5} \quad (18f)$$

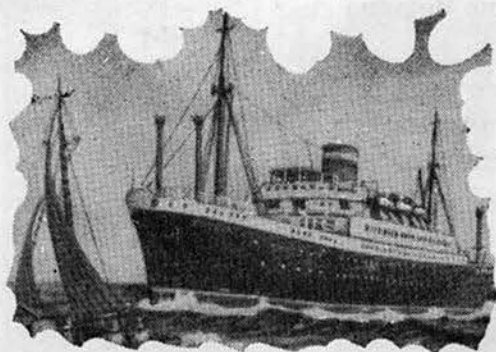
Y finalmente el ángulo en cresta es:

$$\frac{2 \pi}{5} = 120^\circ \quad (18g)$$

Ya que este resultado ha sido obtenido independiente de la profundidad en que la ola viaja, es por tanto válida para aguas bajas así como para aguas profundas.

En 1893 Mitchell obtuvo como límite teórico una pendiente igual a (0.14) y Havelock, en 1918 obtuvo un valor igual a (0.1418); sin embargo el Almirantazgo Británico ha reportado que en sus observaciones y mediciones la pendiente de una ola nunca ha llegado a sobrepasar el valor (0.10).

Este trabajo forma parte del Programa de Estudios Oceanográficos que realiza el Centro de Investigaciones de la Universidad Autónoma de Baja California, y ha sido subvencionado por dicha institución.



TEORÍA DE LAS OLAS

Por FRANZ VON GERTSNER

(1801)

Traducción del Ing.

JULIO DUESO

(CONCLUYE)

PÁRRAFO 28.—Si se objetase que, para obtener así la presión, el volumen de agua

$$u \left(dz' + \frac{rdr}{a} \right)$$

moviéndose durante cada segundo a través de la sección *me* (de la Fig. 4) no ha sido dividido, anteriormente, mas que por la velocidad media *u* del agua y no por su velocidad efectiva y actual a través de *me*, velocidad que ha sido llamada *v* en el párrafo 6, podría responderse que la fórmula

$$u \left(dz' + \frac{rdr}{a} \right)$$

encontrada en el párrafo 18 es una expresión general del volumen de agua que atraviesa cada sección, que no depende de la velocidad efectiva o actual *v* del fluido sino solamente de la velocidad media *u*, y que es por esta última por la que es preciso dividir para tener el elemento de altura de la columna de agua cuyo peso da la intensidad de la presión.

Esta misma altura de la columna de agua resulta por otra parte inmediatamente de los primeros principios que han sido establecidos en este tratado.

En efecto, en el párrafo 8, se ha encontrado para la presión elemental ejercida por una partícula de agua cuyo peso es *dM*, sobre el elemento *MN* (Fig. 1) de la línea *AMN* que ella recorre, la expresión

$$\frac{dM}{v_0 dt} \left(1 - \frac{v_0^2}{gR_0} \right)$$

Pero, al final del párrafo 14, se ha encontrado, siendo *r* el radio del movimiento circular de las par-

tículas deslizándose sobre la misma línea curva situada a una profundidad cualquiera

$$\frac{g m^2}{v_0^2} = a ; \frac{m^2}{R_0} = r$$

igualdades donde la segunda dividida por la primera da

$$\frac{v_0^2}{gR_0} = \frac{r}{a} ;$$

y el volumen de un elemento fluido *dM*, situada en *An* (Fig. 5) a una profundidad *PA_n = Z' - r* por debajo de una cresta *P* de ola, es evidentemente

$$v_0 dt d(Z' - r)$$

puesto que *v₀* es la velocidad horizontal del fluido en *An*.

Se tiene pues, llamando \bar{w} al peso de la unidad de volumen de fluido

$$\frac{dM}{v_0 dt} \left(1 - \frac{v_0^2}{gR_0} \right) = \bar{w} (dZ' - dr) \left(1 - \frac{r}{a} \right) =$$

$$\bar{w} \left(dZ' + \frac{rdr}{a} - dr - \frac{rdz'}{a} \right)$$

Pero puesto que se tiene (párrafo 18)

$$adr + rdz' = 0$$

la expresión precedente de

$$\frac{dM}{v_0 dt} \left(1 - \frac{v_0^2}{gR_0} \right)$$

o del elemento de altura de la columna de agua cuyo peso mide la presión es

$$dz' + \frac{rdr}{a}$$

resultado idéntico al que habíamos establecido de otra manera en el párrafo 27, y que se trataba de confirmar.

PÁRRAFO 29.—Al principio de este tratado hemos anunciado (párrafo 2) que nos esforzaríamos en exponer la teoría de las olas de manera de hacerla fácil, clara, y tan inteligible como fuera posible para los principiantes. Es con este objeto que hemos explicado y desarrollado en los veintidós primeros párrafos lo que es únicamente relativo al caso en que el movimiento del agua está constituido de tal manera que las crestas de las olas no marchen, sino que parezcan inmóviles en el mismo lugar del espacio mientras que el agua corre sobre su superficie.

Este caso es posible, porque tendría lugar efectivamente si toda la masa de agua estuviera animada de una velocidad horizontal igual y contraria a aquella con la cual las crestas de las olas hubieran marchado sobre la superficie de un agua tranquila, es decir, desprovista de semejante velocidad de transporte general.

Si, por el contrario, consideramos el movimiento de las olas en sí mismo, o sin mezcla de este movimiento progresivo y común a todas sus partes, debemos, en la teoría general explicada en el párrafo 22, suponer nula la velocidad real que se llamaba uW , o poner

$$u - W = 0$$

Para este caso especial hemos ya visto, párrafo 23, que las partículas flúidas no hacen más que describir círculos con un movimiento uniforme. El radio de estos círculos es

$$r = h e^{-\frac{z'}{a}}$$

y la velocidad angular del movimiento sobre su circunferencia es párrafo 24)

$$\frac{u}{a} = \sqrt{\frac{g}{a}} = \frac{\pi}{T}$$

De la ecuación $u-W=0$, resulta que la velocidad W de propación de las olas es igual a la que era la velocidad media del agua en los párrafos 6 a 16, y que, por consiguiente, todo lo que allí hemos dicho sobre la velocidad con la cual se suponía circular el agua entre las líneas AMN , am, de igual presión debe, para el caso actual, ser aplicado solamente a la velocidad de propagación de las olas.

Como este caso se presenta sobre las aguas tranquilas extensas y sobre los grandes mares, y como sus

movimientos pueden también ser aplicados a las aguas corrientes componiéndolas con la velocidad propia de estas aguas, mis lectores me agradecerán sin duda el ofrecerles un dibujo especial representando claramente el movimiento de las olas de las masas de agua tranquilas.

PÁRRAFO 30.—Este movimiento está representado en la (Fig. 6) $ABCDEF$ y $HIKLMNO$ son dos círculos descritos por las partículas A y H del agua de la superficie superior. Dividimos estos dos círculos y el tiempo durante el cual son recorridos, en un mismo número de partes iguales, en ocho por ejemplo. En el primer instante, las partículas, A y H se encuentran sobre la línea de ola $PAHKR$ que representa, para este instante, la superficie del agua. En seguida, durante la primera de las ocho divisiones de tiempo, la partícula A va a B , y la partícula H va a I , de modo que las dos partículas se encuentran sobre una segunda línea de olas $SBITU$ que constituye la superficie del agua. Durante la segunda división de tiempo, la partícula B va a C y se encuentra así situada en el vértice de la ola; pero la partícula I va a K , y todas se encuentran sobre la nueva línea de ola $CKVW$. En fin, C en la tercera división de tiempo, desciende a D , por debajo del vértice de la ola, y K sube a L en el vértice de otra ola, una y otra se encuentran siempre sobre la superficie del agua, y forman parte de la línea de ola DLY , etc. Esto que acabamos de exponer para la superficie del agua tiene lugar parecidamente por debajo de esta superficie. Si, desde los centros X y Z de los de los círculos que acabamos de dividir, trazamos de arriba hacia abajo los verticales Xx E , Zz Z' , y si, para las profundidades de agua Xx y Xx' , tomamos como valores de Z' , tomando el mismo tiempo $h = \text{radio } XC$ o ZL , y $a =$ la longitud de ola PR o SU dividida por $2\pi = 6.2832$, y calculamos por la fórmula [R] $r = h e^{-\frac{z'}{a}}$ del párrafo 18, los radios r de los círculos $absde$, $a^{\alpha}rd$, que les pertenecen, tendremos, describiendo estos círculos y dividiéndolos como los círculos relativos a la superficie superior, los diversos caminos sucesivamente recorridos por las partículas a, a^{α} , como por las partículas $h, y \dots$. Así el agua encerrada en el espacio $AHhydaA$, toma poco a poco las posiciones $Bli\beta bB$, $CKkn\gamma cC$, $DLI \lambda dD$, $EMm^{\epsilon}eE$, etc.

PÁRRAFO 31.—De donde se ve cómo los vértices de las olas P, S, C, L , ofrecen, sobre la superficie del agua, la apariencia de un movimiento progresivo, cuando las partículas de agua describen solamente círculos alrededor de centros inmóviles. El sentido de este movimiento aparente de las olas es, como se ve, el mismo que el que según el cual cada partícula de agua, tal como C , llegada a la cresta de una ola, se mueve en su círculo hacia D .

Y , por el contrario, el sentido del movimiento de cada partícula de agua en el punto más bajo de la ola, o en cada seno, es opuesto al sentido de propación.

PÁRRAFO 32.—Vemos también que, en las olas, las partículas no corren las unas con respecto a las otras: permanecen siempre rodeadas por las mismas otras partículas. Solamente, las pendientes de las superficies AH, BI, CK... ah, bi, ck... (Fig. 6) cambian como hemos dicho; y las masas de agua tales como AabHA, mientras que se elevan hacia la cresta de las olas, se alargan tomando las posiciones BlibB, CKkcC; y después se deprimen y se alargan tomando posiciones tales como OogGD.

Estas observaciones muestran evidentemente que no solamente no hay ningún choque, sino tampoco ningún frotamiento mutuo entre las partes del agua de las olas.

El movimiento por olas no tiene consecuentemente en sí mismo ninguna razón de amortiguarse, de destruirse (zerstörung). Este movimiento es también natural en los flúidos perfectos cuyo reposo está ligado a la horizontalidad de su superficie. En todo flúido perfecto, como el agua se considera serlo, el movimiento por olas, una vez comenzado, continuaría perpetuamente si no fuera estorbado por causas exteriores como son, por ejemplo, el frotamiento con el fondo y las orillas, así como sus erosiones y socavaciones.

PÁRRAFO 33.—Teniendo una cuenta rigurosa de estas mismas causas, la persistencia del movimiento por olas no podría tener lugar más que en un agua profunda e infinita. Sin embargo, como este movimiento decrece muy rápidamente (párrafo 18) a medida que se desciende desde la superficie del líquido, basta generalmente con que el fondo sólido esté a una profundidad mediocre, para que su frotamiento no altere más que de una manera insensible los movimientos hacia la superficie. Pero, en las aguas de una profundidad muy pequeña es claro, por otras razones, que no puede haber olas elevadas.

PÁRRAFO 34.—Todo movimiento irregular comunicado al agua se transforma, finalmente, en un movimiento por olas.

La razón se concibe si se considera que los movimientos contrarios los unos a los otros se destruyen mutuamente, de modo que no queda y no subsiste más que el movimiento por olas, natural, decimos, a toda masa flúida.

PÁRRAFO 35.—En fin, del sólo hecho que, en las olas las partes líquidas se alarguen al elevarse y se ensanchen o se aplasten descendiendo, puede concluirse que los flúidos viscosos no son capaces, en el mismo grado, de moverse por olas, que los flúidos que tienen más fluidez. Esto puede explicar la influencia de Franklin y de otros físicos que han reconocido que las olas disminuyen y se apaciguan cuando se vierte aceite sobre su superficie.

PÁRRAFO 36.—Por otra parte, no se conocía hasta hoy ninguna experiencia propia para establecer cla-

ramente o hacer rechazar el movimiento circular uniforme de las partículas del agua en las olas, así como la disminución de la amplitud de estos movimientos en progresión geométrica cuando se consideran lugares situados de más en más profundamente por debajo de la superficie del agua. Las mayores olas del mar son producidas, como se sabe, por vientos de huracán, es decir, en momentos en que es muy difícil llevar a cabo sobre el agua observaciones exactas. Quizá, sin embargo, sería dado a la sagacidad de algún hábil experimentador llegar a obtener sobre esto los conocimientos deseables. El arte de construir podría sacar de ello grandes ventajas.

Desde hoy, se pueden registrar algunas observaciones luminosas. Citaré las que han sido hechas sobre el rompimiento y aborregamiento de las olas de lo que debe el conocimiento a M. Woltmann, cuyas obras son bien conocidas. El, ha tenido la bondad de escribirme.

“Los resultados de sus cálculos me parecen concordar notablemente con la experiencia; aún, su observación (párrafo 20) de que las olas pueden describir nudos en sus cretas no es de ningún modo extraña: ellas caen hacia atrás cuando marchan contra la corriente; pero cuando es la falta de profundidad del agua, la que retarda su marcha, caen hacia adelante. Es lo que se ve sobre los arenales, las playas, las orillas, los taludes de diques, en fin sobre todo lo que se llama el rompiente (brandung). En el uno como en el otro de los dos casos de su caída o rompimiento, tienen las cabezas blancas de espuma.”

Para dilucidar el primero de los dos casos de rompimientos, es preciso observar que, según las experiencias de M. M. Bruning, Woltman y otros hidráulicos, es desde largo tiempo reconocido que las aguas corrientes tienen más velocidad en la superficie que en el medio de su profundidad, y en este medio que en el fondo del lecho donde ellas corren.

En consecuencia, las olas del mar cuando se introducen en los ríos que desembocan en él, son más rechazadas en la superficie de las aguas de estos ríos que en el fondo; de manera que las líneas XE, X'E', X''E'' (Fig. 7) pasando, en cada lugar, por la cresta de las olas de la superficie, y por las de las olas (o líneas de igual presión) sumergidas, deben terminar, avanzando en el río, por caer como al revés.

Cuando, por el contrario, las olas formadas en el mar llegan en un lugar poco profundo, o sobre una playa o contra un dique la resistencia del fondo obra cada vez más cerca de la superficie; el agua falla para entretener el movimiento por debajo de esta superficie, y como su parte inferior encuentra un apoyo sobre un fondo de más en más elevado, ellas se hunden y caen hacia adelante sobre la playa, la orilla o el talud de dique que encuentran. Sus cabezas blanquecinas son evidentemente producidas por el aire que entra en su agua por el lado posterior, u opuesto a aquél hacia el cual ella se precipita.

Estudio de Acarreo de Litorales

por

Isótopos Radiactivos

El estudio del acarreo de litorales ha presentado siempre dificultades, ya que el transporte más intenso se produce generalmente en las zonas en donde la violencia de las corrientes y el oleaje hacen difícil toda tentativa de observación directa de los fenómenos.

La aplicación de los isótopos radiactivos al estudio del movimiento de sedimentos, ha despertado gran interés en aquellos casos de transporte bajo la acción de la ola, en donde la erosión de costas y azolve de canales de navegación son difíciles de medir ya que los mecanismos de transporte escapan en parte de los métodos analíticos más comunes (levantamientos hidrográficos del relieve submarino; uso de materiales colorantes; uso de minerales pesados etc.)

A continuación procederemos a examinar los pasos necesarios a seguir para el empleo de trazadores radiactivos en los estudios de acarreo de litorales: I Obtención del material radiactivo; II inmersión; III detección; IV Seguridad.

I.—OBTENCION DEL SEDIMENTO RADIATIVO

Los requisitos que el trazador radiactivo debe llenar son los siguientes:

- a) El comportamiento del sedimento radiactivo bajo la acción de los agentes hidráulicos debe ser el mismo que el del sedimento natural.
- b) La radiación emitida por el isótopo radiactivo deberá ser detectable de preferencia en el sitio de trabajo.
- c) Las propiedades se deben conservar durante un período lo suficientemente grande para cubrir la duración del fenómeno estudiado, pero también lo suficientemente cortas que permitan repetir las experiencias sin problemas de interferencia de actividad remanente.
- d) El número de granos radiactivos deberá ser lo suficientemente numeroso con el objeto de que durante la experiencia, el contador guarde valores con-

venientes al encontrar granos activos en la zona de estudio.

- e) En ningún momento de la experiencia el material radiactivo deberá presentar peligro a los operadores y al público.

1°—Selección del Elemento Radiactivo

El elemento radiactivo será seleccionado de acuerdo con:

- a) La naturaleza de su radiación.
- b) La energía de esta radiación.
- c) La actividad del material en un instante determinado.

En casi la totalidad de las experiencias realizadas hasta la fecha se ha usado material radiactivo emisor de radiación gamma (γ) ya que es posible lograr su detección bajo el agua. Los rayos gamma de alta energía, logran atravesar varios decímetros de agua, mientras que en los elementos emisores de radiación alfa (L) y beta (B), la radiación se disipa en unos cuantos centímetros de agua y su detección se realiza mediante la toma de muestras.

El elemento radiactivo se escoge de acuerdo con su período óptimo (tiempo en que la actividad del elemento decrece a la mitad y así mismo se procura que la duración del fenómeno responda a la inigualdad siguiente:

duración del fenómeno $< 3 \text{ a } 4 \text{ períodos} >$ intervalos entre dos experiencias.

La selección del elemento radiactivo depende también del método empleado en su detección, así como del procedimiento usado en la activación del mismo; algunas veces se hace uso de ciertas propiedades físicas, otras veces de sus propiedades químicas.

2°—Procedimiento de Marcado

- a) Irradiación directa de un sedimento natural en el interior de un reactor nuclear.

Los sedimentos naturales están compuestos en general de silice que por irradiación en un flujo de neutrones de silicio 31, emisor y de período corto que lo hacen inutilizable como trazador.

Algunos sedimentos principalmente "arenas cuarzosas" contienen pequeñas cantidades de fósforo que por irradiación directa produce fósforo - 32, emisor de partículas de alta energía y de 14.3 días de período, sin embargo el hecho de no poder detectarse "in situ" le resta interés al empleo como trazador.

MARCADO DE LA SUPERFICIE DE UN SEDIMENTO NATURAL

En este procedimiento los granos de sedimento natural se recubren por adsorción de una capa de material radiactivo; dicho material se fija por métodos químicos (reducción de una solución de nitrato de plata 110) físicos (cocimientos a 500° C) o mixtos (ebullición en una solución radioactiva).

Este procedimiento permite el marcado de volúmenes considerables de sedimento pero la adherencia de la capa radiactiva debe ser tal que no se elimine ni por la abrasión, ni por la acción del agua de mar.

c) *Inclusión de una partícula radioactiva.*

Este procedimiento se aplica a los sedimentos de fuerte granulometría, como grava: el material radiactivo ya sea en la forma de una aguja o de una perla se incrusta o coloca en una cavidad practicada a priori en un espécimen obturándose con cemento expansivo.

d) *Fabricación de un vidrio artificial* conteniendo un elemento radiactivo previamente molido y tamizado a la granulometría del sedimento natural.

Este procedimiento es uno de los más empleados para el estudio de movimiento de arenas.

El ajuste de la granulometría y densidad del vidrio molido en arena natural no presenta ninguna dificultad. Los ensayos de laboratorio han mostrado que la influencia de la forma de los granos de vidrio, más angulosos que los granos de arena, es despreciable.

El elemento trazador se presenta generalmente bajo la forma de óxido (escandio) incluido por fusión en el vidrio artificial, la irradiación tiene lugar después de la molienda.

Este procedimiento, permite concentrar actividades relativamente fuertes en pequeños volúmenes.

e) *Utilización de intercambiadores de iones.*

Este procedimiento consiste en incorporar el elemento radioactivo en un cambiador de iones (zeolitas) natural o artificial, que posea aproximadamente la

misma densidad y la misma granulometría del sedimento natural.

II.—INMERSION

La inmersión del material radiactivo constituye la fase delicada de las experiencias, debido a la protección de los operadores y del público en general contra las radiaciones.

El manejo del material radiactivo encierra un cierto número de operaciones difíciles (manipulaciones a distancia, utilización de mamparas de protección, protección contra el viento etc.) que complican la tarea de los operadores.

Una vez cumplida estas condiciones de seguridad, el problema se reduce a la inspección del trazador en el sedimento natural. Los métodos y aparatos que deben usarse en esta operación, dependen de la naturaleza y cantidad de material a depositarse en el fondo.

En el caso de grava marcada con material radiactivo, estas pueden ser arrojadas directamente desde la superficie, o depositarse en el fondo con la ayuda de pinzas de manipulación a distancia si la profundidad lo permite.

Para la inmersión de arena radiactiva, hay el riesgo de que las corrientes la dispersen en una zona que no sea la elegida para el estudio, por esta razón diversos aparatos de inmersión son utilizados tales que la liberación del material se realiza en la zona deseada inmediata al fondo. La abertura de estos recipientes puede ser controlada desde la superficie.

III.—DETECCION

Los métodos de detección deben permitir el levantamiento de zonas radiactivas en el mínimo de tiempo. Los radioisótopos emisores de rayos gamma, son detectables bajo el agua y simplifican considerablemente las operaciones de detección.

La detección se realiza con la ayuda de contadores Geiger, Muller o de Centelleo. Estos contadores están encerrados en una sonda que se deposita en el fondo para desplazarla en la zona de levantamiento. Las indicaciones de los contadores se transmiten a la superficie a un dispositivo de medición consistente en un escalador con escala de conteo que da un valor medio de la actividad detectada por los contadores.

Las detecciones se realizan como simples levantamientos hidrográficos.

La sensibilidad es tal que un grano activo se detecta entre 10^6 granos inactivos.

En ciertos casos se usan trazadores emisores de radiación beta, que es imposible de detectarse bajo

el agua; por lo que en dicho caso la detección se realiza utilizando un método radiográfico consistente en fijar placas fotográficas en el fondo de la zona por estudiar y después de cierto tiempo cuando los granos activos se han depositado encima de la placa y la ha impresionado, se retira la placa, se procesa y se hace el conteo de granos activos.

IV.—SEGURIDAD

El uso de radioisótopos implica riesgos que conviene tener en cuenta en todas las operaciones del material.

1) Seguridad de los operadores.—Evidentemente los operadores del material radiactivo durante la realización de las experiencias y principalmente antes de la inmersión, son los más expuestos al peligro de las radiaciones y contaminación con material radiactivo; es necesario en todos los casos efectuar el manejo del material bajo la vigilancia y supervisión de una persona responsable y preparada en el manejo de dichos materiales.

También es necesario que todos los aparatos de transporte e inmersión del material radiactivo utilizados presenten garantías suficientes de seguridad.

2) Seguridad del público.—El sedimento radiactivo ya en inmersión, no presenta ningún riesgo, la radiación se absorbe en el agua (algunos decímetros). Sin embargo puede suceder que algunos granos activos sean arrojados a las playas y contaminen alguna persona. En todos los casos se exige estudiar de antemano las condiciones hidráulicas de la región para preveer el arrastre de material activo a la costa.

También será conveniente escoger un radioisótopo de energía poco ionizante y controlar la actividad de las playas además de impedir el acceso al público durante el período que dure la experiencia.

CONCLUSIONES: Los Estados Unidos de Norteamérica, Gran Bretaña, Francia, Japón etc., han realizado experiencias con materiales radiactivos para conocer los fenómenos que gobiernan el acarreo de litorales y es de concluirse que el número y diversidad de dichas experiencias han aportado a la fecha un número considerable de resultados que muestran interés en el estudio de estos fenómenos con material radiactivo.

Sin embargo los métodos desarrollados todavía pueden perfeccionarse con una estrecha colaboración entre especialistas en el uso de elementos radiactivos y especialistas en hidráulica e ingeniería de costas.

BIBLIOGRAFIA

1. Gilbert.—Essai sur la possibilité d'employer Ag-110 dans l'étude du transport du sable par la mer.

Ministerio de Obras Públicas Laboratorio ingeniería civil Coimbra 1955.

2. Forest.—Observations du charriage littoral au moyen d'éléments radioactifs.

Journal de la marine Marchan de France 1957.

3. Inose.—The measurement of littoral drift by radioisotopes.

The Dock and Harbour Authority Vol. XXXIV No. 434 January 1956 pp 284-288.

4. Geneve Conference.—The field experiment of littoral drift of pacific Uses of Nuclear energy.

5. Hydraulics Research Stations (Wallingford).
Radiative Tracers in the Thames Estuary HRS/PLA paper 20 1956.

6. Premier Ministre Commissariat a L'Energie Atomique Rapport CEA No. 1269 1959.

continuará

CARACTER GENERAL

de las

CORRIENTES MARITIMAS

por

J. W. JHONSON

y

R. L. WIEGEL

(CONTINUACION)

Además del movimiento general de arena a lo largo de la línea de playa (alongshore) también se tienen los movimientos de arena sobre la playa (anshore) y fuera de la playa (offshore) que se presentan como consecuencia de las condiciones cambiantes de la ola con las estaciones. Por ejemplo, a lo largo de la Costa de California la arena generalmente es llevada de la zona de fuera de la playa (offshore) hacia la zona de playa adentro (onshore) durante los meses de verano cuando las olas que normalmente se presentan son relativamente de altura baja y de período largo. Sin embargo, durante los meses de invierno, cuando se presentan olas de tormentas altas y de corto período, la arena es removida de las playas y llevada hacia las zonas de fuera de playa (offshore). Estos cambios cíclicos han sido estudiados tanto en el laboratorio como en el campo (Johnson, 1949, Shepard, 1950b).

5).—CORRIENTES LOCALES

En algunos casos se presentan corrientes en la zona próxima a la costa en donde las aguas de los ríos y bahías casi cerradas son descargadas con considerable momentum en el mar. El efecto de tales corrientes generalmente no son grandes con respecto a las corrientes más importantes anteriormente discutidas. Sin embargo, algunos efectos locales de importancia

pueden ocurrir en algunas ocasiones, como la refracción de las olas producida por las corrientes y el correspondiente campo en las corrientes de ola inducidas Robson (1955), ha elegido el término "corrientes de borde" ("boundry currents") para referirse a esas corrientes de carácter local. Estas corrientes son tan poco frecuentes en cualquier dada de un litoral que un programa para efectuar mediciones y consignarlas en mapas parece económicamente injustificado.

La magnitud de las diversas corrientes que se indican en la Figura 1 y anteriormente discutidas con algún detalle no solamente varían entre una y otra de las clases (o clasificaciones) sino que la magnitud de cualquier clase particular variará de uno a otro lugar y también en un lugar dado con el tiempo. Sin embargo, es de interés en resumen tendiente a dar el orden general de magnitud de las diversas clases de corrientes.

Las cuatro corrientes de mayor importancia consideradas son (a) Las corrientes oceánicas de gran escala asociadas a la diferencia de densidad, (b) Corrientes ocasionadas por los esfuerzos de viento, (c) Corrientes de marea, y (d) Corrientes motivadas por las olas de superficie. En la tabla II se presentan ejemplos típicos de la magnitud y rango de valor de estas corrientes, simultáneamente con la referencia de la fuente de tal información.

TABLA II

Magnitudes Relativas de las corrientes Océánicas y de Estuario.

TIPO DE CORRIENTE	MAGNITUD	REFERENCIAS
Movimiento de masa de gran escala, corriente de California, mar afuera de Monterrey, enero de 1958.	0.3 a 0.6 nudos	Jennings y Schwartzlove (1958)
Mar afuera de California Sur, 1937	0.13 a 0.4 nudos	Tibby (1939)
Corrientes causadas por los esfuerzos de viento		
Barco faro Amrum Bank.	0.06 a 0.2 nudos	Mandelbaum (1955)
Barco faro San Francisco.	0.06 nudos	Disney y Overshine (1925)
CORRIENTES DE INERCIA	MUY PEQUEÑAS	STOMMEL (-934)
Corrientes de Marea Rotatorias.		
Barco faro San Francisco.	0.05 nudos	Disney y Overshine (1925)
Reversibles		
Bahía de San Francisco Golden gate.		
Extrante máxima	3.5 nudos	U.S.C. Y G.S.
Vacante máxima.	4.5 nudos	Cartas de Corrientes de marea (1947)
Hidráulicas.		
Canal, Cabo Cod (máxima)	4 a 5 nudos	Wilcox (1958)
Corrientes inducidas por ola.	pequeñas	

* Depende de la velocidad del viento.

II DETERMINACIÓN DE CORRIENTES EN LA COSTA Y ESTUARIOS

Como ha sido establecido por Pearson (1956) "la filosofía subyacente de la iluminación de desechos por desfogues submarinos o de cualquier otro gasto —es la descarga económica del gasto sin ningún efecto dañoso de consideración en el agua que lo recibe que pudiera hacerla inútil para su empleo benéfico—". Para lograr esta meta en el diseño de un desfogue propuesto se requiere un conocimiento adecuado de las corrientes que pueden esperarse en el lugar. Debido a la naturaleza compleja de las corrientes marítimas, como se pone en evidencia en el capítulo anterior, es necesario un programa algo extenso de indicaciones distribuidas en el área, tiempo y profundidad para poder definir las condiciones de las corrientes en un lugar dado (Nussman, et al, 1955).

Debido a las variaciones estacionales de algunas de las corrientes, las mediciones deben consucirse durante un período de tiempo suficientemente largo, con el objeto de permitir la separación y evaluación de las corrientes periódicas de las no periódicas.

La representación puede realizarse en cualquiera de las dos formas que se explicarán, ambas representaciones están basadas en relaciones hidrodinámicas. Estas representaciones son el método de "trayectorias" de Lagrange y el método de "flujo" de Euler (Rouse 1938). El método de ataque de Lagrange estudia el comportamiento de una partícula determinada de fluido (tal como la que en algún grado está representada por un elemento arrastrado), durante su movimiento en el espacio. El método en la vecindad de un punto dado a medida que las partículas circulan (en forma semejante a como es registrado dicho movimiento por un medidor de corriente anclado). En tanto que por una parte el método Eulerismo o de Flujo se presta admirablemente para muchos problemas prácticos de hidráulica, por otra parte, no es tan descriptivo del comportamiento que sufre la partícula individual. En conexión con los desfogues submarinos, el método Lagrangiano de trayectorias quizá suministra la información más útil, ya que los recorridos o trayectorias de la mezcla desechos agua es de mayor importancia. (Pearson, 1956). Debido a que la conformación del flujo en un sistema puede solamente ser previsto a partir de observaciones en el otro sistema, y viceversa, solamente para flujo no turbulento y con condiciones de frontera relativamente semillas, la determinación de las corrientes reales existentes en el lugar de una salida propuesta quizá debería involucrar tanto las observaciones con medidor de corriente como con elementos de arrastre. Un tipo de observaciones podría ser más extenso que el otro pero la disponibilidad de ambos tipos de datos podrá permitir una transformación, por lo menos cualitativa, de una representación de flujo a la otra.

En las figuras 19-24 inclusive, se muestran ejemplos de representación de conformaciones de corrientes por los métodos de flujo y de trayectoria en una zona costera del sureste de los Países Bajos.

Las figuras 19-22 inclusive muestran la magnitud y dirección de las corrientes antes, durante y después de la pleamar en Hock of Holland (Arlam, et al, 1958). Estas cuatro figuras muestran las conformaciones instantáneas del flujo que ocurrieron varias veces durante un ciclo de mareas. Tales conformaciones Eulerianas del flujo o conformación "de venas" podría haberse obtenido si un aeroplano hubiera tomado una fotografía vertical con cierto tiempo de exposición de un gran número de flotadores superficiales. Puesto que el tiempo de viaje para todos esos flotadores es constante e igual al tiempo de exposición, la distancia que cada flotador viaja en función de la velocidad de cada flotador.

La dirección instantánea del flujo es obtenida dibujando una punta de flecha en el extremo de la trayectoria de cada partícula. Este flujo a partir de "fotografías aéreas" es una técnica usual en el estudio por medio de modelos Hidráulicos, de las conformaciones de flujo algo complicadas que se presentan en los estuarios. Debe notarse que las conformaciones del flujo que se logran por medio de esta técnica corresponden solamente a la superficie. Cuando se tienen grandes variaciones verticales de la densidad y en consecuencia se presentan gradientes de velocidad, deben ser determinadas la velocidad y dirección de corrientes bajo la superficie, por medio de dispositivos adecuados de medición.

Para la misma zona que se muestran las conformaciones de flujo en las figuras 19-22, se tienen en la figura 23 diagramas polares de velocidad y dirección de corrientes, para un número relativamente grande de estaciones elegidas. La naturaleza rotatoria de las corrientes, para un número relativamente grande de estaciones elegidas. La naturaleza rotatoria de las corrientes es evidente; sin embargo, en algunas estaciones la corriente se manifiesta de carácter casi reversible.

Los diagramas polares mostrados en la Figura 23 son típicos de las condiciones de la corriente promedio que podrán obtenerse en esta zona a partir de medidores de corrientes ancladas en varios sitios y observaciones realizadas durante cierto período de tiempo. El grupo de diagramas polares mostrado en esta figura podría ser obtenido inmediatamente a partir de las conformaciones de flujo que aparecen en las figuras 19-22, inclusive; sin embargo, la obtención de las conformaciones de flujo como se muestra en la figura 23 hubiera sido relativamente difícil de lograr y su obtención hubiera estado sujeta a un error considerable de apreciación personal. Por ejemplo, una sobreposición sobre la figura 23 con la corriente en cada

estación para pleamar en Hook of Holland suministrará la conformación detallada de la figura 20 a partir de la mostrada en la figura 24. La dificultad en llegar a la conformación detallada de la figura 20 a partir de la mostrada en la figura 24 es obvia, aun cuando el número de estaciones de observación es relativamente grande, como se aprecia en la figura 23. Debe notarse que las complicaciones de mareas descarga de ríos, diferencias de densidad en el agua y las condiciones del viento y oleaje que se presentan a lo largo de la sección de la costa que se está tratando son, probablemente, mucho más severas que las que pueden ocurrir a lo largo de la mayor parte de los tramos de costa, tales como el litoral de California. Sin embargo, el número de estaciones en las que deben tomarse observaciones para poder definir en forma adecuada las condiciones promedio en cuanto a corrientes para una zona en estudio se ve fácilmente por medio de una comparación de las figuras 20 y 24.

Aun cuando los datos de corrientes como aparecen en las figuras 19-24, son valiosos con relación a suministrar alguna información sobre las corrientes en la zona en estudio, no suministran los datos tan deseables del movimiento de las partículas de agua que podrían ser logradas a partir de un desfogue en un sitio de fuera de la playa. Por ejemplo, la figura 25 muestra la trayectoria relativamente complicada de un flotador de superficie que fue observado durante varios ciclos en una zona del Mar del Norte, en las proximidades de Wilhelmshaven, Alemania, por Kruger (1911; Thorade, 1933). Si para la zona mostrada en las figuras 19-24 se hubieran obtenido datos similares, se hubiera logrado una imagen algo más completa. Solamente siguiendo flotadores soltados casi simultáneamente en muchas puntas, se podrían lograr los detalles del movimiento de agua.

Los trazos de corriente mostradas en las figuras 23 y 25 son representativos de los datos básicos que podrían obtenerse en el levantamiento de ingeniería en una zona determinada. El tipo de presentación que se requiera —ya sea de "trayectoria" o de "flujo"— condiciona el tipo de instrumento que debe usarse en el levantamiento y de hecho lleva directamente a la clasificación general de los métodos de destrucción de corrientes mostradas en la Figura 26.

Por razones obvias, la clasificación de los métodos para determinar corrientes oceánicas no siguen la clasificación de corrientes oceánicas mostrada en la Figura 1, ya que esta clasificación depende de los aparatos o medios disponibles para obtener ya sea las trayectorias o las líneas de corriente (streamlines) del flujo.

Este reporte se refiere principalmente a los métodos directos de medición de corrientes; sin embargo, para tener el registro completo, los métodos indirectos de determinar corrientes oceánicas tal como son em-

pleadas por el oceanógrafo, también están indicadas en la Figura 26, tales métodos dependen principalmente de la observación de las propiedades físicas que tienen una asociación fija con la velocidad de las corrientes oceánicas. En la medida que el campo de velocidades puede deducirse a partir de la distribución total de la presión, las observaciones del gradiente hidráulico suministran suficiente información para un océano homogéneo. En el caso normal sin embargo, el océano no es homogéneo y las observaciones de salinidad y temperatura son necesarias para determinar el gradiente de densidad que a su vez da la distribución de presiones. Estos procedimientos generalmente no son utilizables para la mayoría de los estudios de ingeniería, para los detalles de los métodos se refiere al lector a cualquier trabajo tipo sobre oceanografía como el de Sverdurp, et al 1942.

Como se muestra en la figura 26, los métodos directos de medición de corrientes se dividen en "métodos de flujo" que suministran la variación de la velocidad en uno o muchos puntos y los "métodos de trayectoria" que dan una o muchas trayectorias, generalmente, pero no necesariamente, de las corrientes superficiales. A continuación se da una breve descripción de los principios generales de los diversos dispositivos empleados en los dos métodos y en las secciones subsecuentes se presentan los detalles de cada uno de los instrumentos más importantes.

MÉTODOS DE FLUJO

La velocidad en un punto dado se mide por medio de instrumentos que operan con varios principios, como sigue: (a) Un elemento rotatorio como una pro-pela o series de aspas cuya velocidad de rotación es función de la velocidad de la corriente; (b) Por medio de la presión ejercida por el flujo del agua sobre un péndulo, placa o tubo de pilot; (c) La fuerza electromotriz que se produce cuando un cuerpo de agua eléctricamente conductor se mueve en un campo magnético; y (d) Un dispositivo ultrasónico en el cual la diferencia de fase del sonido que viaja en agua tranquila y en agua que circula es función de la velocidad de la corriente. Se ha dedicado un trabajo considerable al desarrollo de un "anemómetro de alambre caliente" pero este dispositivo está limitado al trabajo de laboratorio.

En todos estos dispositivos, con excepción del tipo electromagnético, cuando se usan desde un barco con movimiento, debe dependerse de una agujamagnética en el propio instrumento para indicar la dirección.

MÉTODOS DE TRAYECTORIA

El método de trayectoria da una indicación del movimiento del agua en varios puntos, no determinados previamente, y solamente en un instante en cada punto.

Esta limitación en la información puede ser reducida en algún grado incrementando el número de trayectorias trazadas. Los tres métodos generales más comunes de trazar trayectorias son (a) el aéreo, (b) el de punto final, y (c) el de trayectoria.

El método "aéreo" consiste en introducir una tintura o un gran número de flotadores y registrar la naturaleza del movimiento del agua por medio de fotografías aéreas verticales periódicas.

Este procedimiento es una práctica común en los estudios hidráulicos en modelo tomándose fotografías de confetti en la superficie del agua.

El método del "punto final" involucra el empleo ya sea de botes o tarjetas arrastradas a la deriva que son soltadas en una zona determinada y que se recuperan en una fecha posterior cuando son arrojadas en la playa. En cada elemento (bote) se coloca una boleta numerada con instrucciones para reportar el sitio donde fue recobrado, el punto de destino final puede determinarse y presentarse gráficamente. Por este procedimiento no se obtiene información acerca del recorrido entre el punto de lanzamiento y el punto de su recobro.

El procedimiento de "trayectoria" obvia las ventajas de la técnica de botes de deriva ya que las trayectorias de traslado de los objetos flotadores se observan intermitentemente desde el momento de su lanzamiento hasta el de su recobro. Este seguimiento puede hacerse por medio visual o bien por medio de radar.

Las observaciones visuales pueden hacerse desde la playa o desde un bote próximo, pero tales observaciones están limitadas por las condiciones del mar y del tiempo, la disponibilidad de instalaciones locales de puerto y la zona que puede ser cubierta. El seguimiento de flotadores por medio de radar permite cubrir una zona mucho mayor que por los medios visuales; sin embargo, el gasto en el equipo de radar es relativamente grande. El procedimiento empleado en los diversos métodos de trayectoria se describen detalladamente en la sección 5.

Un excelente resumen de todos los métodos y una descripción de los instrumentos empleados con anterioridad a 1933 ha sido hecha por Thorade... (1933). Recientemente, Bohnecke (1955) ha revisado el equipo empleado por los oceanógrafos para la medición de corrientes y establece que "El asunto de la medición de corrientes ha mantenido ocupados a

los oceanógrafos por más de cien años sin haber encontrado —esto debe admitirse honestamente— una solución plenamente satisfactoria". Bohnecke (1955) hace un excelente resumen de los diversos instrumentos que han sido desarrollados. Se ha dado especial detalle a factores tales como (a) método de medición de velocidad y dirección, (b) medio de aplicación y métodos de efectuar el registro, (c) limitaciones en cuanto a profundidad, y (d) el grado de continuidad con relación con respecto al registro de la velocidad y de la dirección. En las tablas siguientes se presenta el análisis de Bohnecke (1955) con algunas modificaciones menores.

La tabla III identifica por su nombre los diversos instrumentos que acompañan la determinación directa de la velocidad y dirección de las corrientes clasificadas en la Figura 26. Para la medición de la velocidad se indican cuatro principios básicos que son: (a) flotadores, (b) elementos rotatorios, (c) presión dinámica y (d) ciertos dispositivos diversos que utilizan diferencias de potencial eléctrico, efectos ultrasónicos o de enfriamiento. Para obtener la dirección de las corrientes en la tabla III se indican cinco métodos. Estos son: (a) el indirecto, (b) observación directa por relación al (heading) encabezamiento de un barco o instrumento, (c) el empleo de una brújula magnética dispuesta en el instrumento, (d) suspensión por medio de dos elementos (cuerdas, alambre) del medidor de corriente y (e) dirección de la corriente calculada a partir de las componentes. Los diversos instrumentos que se valen de los diferentes principios de medición de velocidad y dirección se indican en el cuerpo de la tabla con la referencia del lugar en donde el aparato específico es descrito en detalle. Los instrumentos más importantes se describen detalladamente en la sección que sigue.

En seguida de la información resumida en la tabla III, el siguiente problema de importancia en el método de indicar y registrar los datos para diversos tipos de soportes de medidores de corriente. Esta información está resumida en la tabla IV en la cual el método de registro está clasificado como (a) registro en el instrumento, (b) registro a bordo del barco, o (c) registro por radio transmisión.

El primer método de registro pertenece a los dispositivos en los que el registro de los valores medidos son guardados en el instrumento mismo hasta que es recobrado. Este registro puede ser realizado por medio mecánico o fotográfico. El segundo método de registro se aplica a los instrumentos en las que el registrador está localizado a bordo del barco y conectado al elemento preceptor en el agua por medio de cable. Este elemento puede ser suspendido a cualquier profundidad deseada, prometiéndole descansar sobre el fondo, o en el caso de el GEK es remolcado por el barco. El registro a bordo del barco puede ser realizado mecáni-

ca, eléctrica, fotográficamente, o mediante una combinación de estos métodos. El tercer método de registro que figura en la tabla IV es el de radiotransmisión. En estos casos, el elemento receptor de corriente es suspendido de una boya anclada en la que un radio transmite ya sea a un barco o a la playa las señales resultantes del paso del flujo por el instrumento. Además de estos tres grupos principales existe por supuesto, el procedimiento de obtener resultados indirectamente; esto es, que los valores deseados se obtienen a partir de mediciones de distancia y direcciones y ángulos.

Como en la tabla III, también se indican en el cuerpo de la tabla IV referencias a los instrumentos que caen dentro de las diversas categorías de registro. Los detalles de la mayoría de estos instrumentos se describen en las secciones adecuadas que siguen.

El siguiente aspecto de importancia en la clasificación de dispositivos detectores de corrientes es el relativo al grado de continuidad en el registro tanto de la velocidad como de la dirección. Como se muestra en la tabla V, el registro de la velocidad es sobre una base de valores únicos, varios (intermitentes) o continuos. Una clasificación semejante se hace en el caso de la dirección, en donde el registro se hace sobre la base de valores únicos, varios, o momentáneos. El examen de las anotaciones en la tabla V muestra que la tendencia en los dispositivos de medición de corrientes es hacia el desarrollo cada vez mayor del registro múltiple o continuo de datos.

La cuarta clasificación de los medidores de corrientes es la que concierne a las limitaciones de profundidad de los diversos instrumentos. Este resumen se presenta en la tabla IV con el límite de profundidad abarcando desde solamente la superficie hasta profundidades sin límite. La aptitud en cuanto a profundidad de los diversos medidores depende del método de transmisión de la dirección (ya sea bifilar o aguja magnética), en segundo término de si es o no empleado un elemento de contención a prueba de presión, y en tercer lugar del aislamiento del cable cuando se implica la circulación eléctrica. La aptitud en cuanto a profundidad indicada en la tabla VI para los diversos medidores es más bien aproximada, debido a que este punto no está siempre definido en las descripciones publicadas también se tiene que modificar de menor grado a algunos de los dispositivos pueden aumentar si se desea, su rango de profundidad.

La información resumida en las tablas III y IV permite determinar rápidamente al lector varios tipos de instrumentos que han sido desarrollados en el curso de los años para la observación de corrientes.

El grado de aplicación y limitaciones de los diversos dispositivos son evidentes. Los espacios en blanco, en las diversas tablas pero especialmente en las tablas III y IV, indican las posibilidades para desarrollar nuevos diseños.

El empleo de modelos hidráulicos es un complemento muy valioso para lograr la clara conformación de las corrientes en una zona particular. El grado de certeza del comportamiento de tales modelos debe por supuesto ser primeramente establecido por medio de confrontaciones que confirmen el que las corrientes observadas en ciertos puntos clave del prototipo son reproducidas a escala en los mismos puntos del modelo. Una vez que el comportamiento del modelo ha sido verificado para condiciones conocidas de mareas, salinidad, descargas de río, etc., en el prototipo, la observación de corrientes en varios puntos y bajo otras condiciones puede ser aceptada con confianza.

Los modelos hidráulicos han sido usados más extensamente en ríos y estuarios donde los datos de prototipo de mareas, corrientes y salinidad son obtenidos fácilmente y el efecto de la fuerza de Coriolis puede despreciarse (A.S.C.E., 1942).

Los ejemplos más notables de esturio en los Estados Unidos son los construídos por Corps of Engineers para el Estuario del Río Delaware (W.E.S. 1954, 1956), Savannah Harbor (W.E.S., 1949), Río Calcasin (W.E.S., 1950), y en la fecha más reciente el modelo de la Bahía de San Francisco. El modelo de Delaware también ha sido empleado para una serie de pruebas de laboratorio algo extensa sobre la mecánica del flujo en estuario (Pritchard, 1954; Kent, 1958).

Un modelo hidráulico también puede ser una valiosa ayuda para el observador en el campo al indicar los sitios y tipo de información que debe obtenerse para suministrar la representación más completa de la conformación de corrientes verdaderas. Por ejemplo, el modelo de relativa pequeña escala de Puget Sound (Rattray and Lincoln, 1955) ha sido muy valioso para los oceanógrafos al suministrar detalles sobre las conformaciones de las corrientes en varias profundidades y en consecuencia al servir como grúa para orientar las observaciones que deben ser tomadas en el prototipo.

En años recientes se han logrado algunos éxitos en el estudio de corrientes en zonas oceánicas donde la fuerza de Coriolis debe ser tomada en cuenta Von Arx 1957a, 1957b, ha realizado el trabajo de pionero en este campo al colocar el modelo completo en una mesa rotatoria que gira a una determinada velocidad para simular la fuerza de Coriolis. Se introduce en sitios elegidos del modelo y las conformaciones de corrientes son entonces captadas por medio de fotografías verticales de calor Von Arx (1957a) también ha introducido el efecto del esfuerzo producido por el viento en tales estudios por medio de corrientes de aire sobre el modelo al estar este en operación. Estas diversas técnicas de modelo suministran una ayuda poderosa y relativamente no cara en el estudio de muchos problemas complicados de flujo. (Continuará)



Nuestro país debe aprovechar sus riquezas litorales, vencer los factores negativos, diversificar su producción y sus mercados y adquirir una conciencia marítima que le impulsará definitivamente al mar...

Síntesis de la Conferencia del Vicealmirante Ing. Naval Oliverio Orozco Vela

Presentamos la síntesis de la Conferencia Sustentada por el Vicealmirante Ingeniero Naval, OLIVERIO F. OROZCO VELA, actual Subsecretario de Marina, conferencia que dictó en el Auditorio de la Escuela Nacional de Economía.

El Ciclo de exposiciones sobre el fomento del Comercio Exterior Mexicano, fue organizado por la propia Escuela Nacional de Economía, por el Seminario Mexicano de Comercio Exterior y por la Revista Especializada, "COMERCIO MUNDIAL".

Hablar de la marina en la historia del comercio, es algo más que tratar un tema económico, pues la marina, a lo largo de su historia, no sólo ha transportado mercaderías y viajeros, sino también ha servido de medio de comunicación de las ideas entre los pueblos.

Cuando el hombre por primera vez se aventuró a cruzar el mar y llegó a playas extrañas, el mar dejó de ser la barrera que separaba las ciudades y los hombres, convirtiéndose en el medio natural de comunicación entre ellos.

II.—TRAFICO MARITIMO DE LA ANTIGUEDAD.

a).—LOS CRETENSES.

Los primeros indicios que tienen acerca del tráfico marítimo en el Mediterráneo, se refieren al pueblo que habitaba la Isla de Creta. Los cretenses efectuaban navegaciones alrededor del tercer milenio, comerciando con diversos pueblos y transportando a la isla los productos necesarios para su industria. Preferentemente el cobre de la isla de Chipre y el estaño que se supone llevaba de Etruria, Galia, España y Cornualles, para fabricar el bronce y los artículos que de él manufacturaban y que vendían a diversos pueblos asentados a orillas del Mediterráneo.

b).—LOS FENICIOS.

Los herederos naturales de los cretenses en el tráfico marítimo mediterráneo fueron los fenicios, que habitaban la faja de costa correspondiente a Palestina y Siria, en una extensión de 100 millas aproximadamente de largo en algunos lugares y menos de 10 millas de anchura.

Los fenicios se vieron obligados a lanzarse a la mar en vista de que la tierra no les proporcionaba los medios necesarios para su subsistencia, y en cambio los montes que limitaban su territorio por el lado de tierra firme, se encontraban poblados de abundantes bosques en donde obtenían la madera necesaria para construir sus embarcaciones.

La importancia de la marina fenicia arranca de los finales del segundo milenio, esto es, aproximadamente en el siglo XII (A. C.).

El pueblo fenicio estableció colonias y factorías en diversos pueblos del Mediterráneo, instalándose en Chipre, Rodas, en las Cíclades, en Menfis y en Sais del Egipto y Cádiz y Málaga en España, estableciéndose también en las Islas de Sicilia y Cerdeña.

En el siglo IX de nuestra era, fundan Cártago que pronto dejará atrás a su metrópoli y navegan por el Atlántico hasta las costas de Bretaña y de Inglaterra en donde obtienen el estaño; en sus factorías de España obtienen el cobre, el hierro y la plata, y en África el oro y el marfil.

La importancia de su comercio y la diversidad de artículos con los que trafican se describe minuciosamente en la Biblia y con especialidad en el Libro de Ezequiel.

c).—LOS GRIEGOS

Los fenicios hubieron de ceder su lugar en el Mediterráneo oriental a los griegos.

El desarrollo marítimo de Grecia arranca del siglo XII (A. C.) en el que se sitúa La Ilíada. Después de la caída de Troya se hacen las emigraciones dóricas y jónicas, llegando a las costas de Asia Menor y sus islas, incluyendo Creta, Chipre y Rodas; por occidente se extienden a Sicilia y el talón de Italia, fundando colonias en todas esas partes, las que a su vez establecen otras, no sólo en el Mediterráneo sino también en el Ponto Euxino, llegando hasta Fasis, en el Mar Negro que señala el punto más oriental del mundo heleno de la época. Fundan Bizancio en la costa europea del Bósforo y Calcedonia enfrente en la costa Asiática, adueñándose por tanto del paso entre el Egeo y el Mar Negro.

El objeto principal del tráfico marítimo creado no es tan sólo el traslado de artículos de lujo, sino que la creciente población de Grecia necesita para subsistir, granos cada vez en mayor cantidad, los que provienen de Sicilia, Egipto y Rusia, en donde según Herodoto "Los granos crecen no para comer sino para venderlos".

d).—LOS MARES DE ORIENTE.

Hay pocas noticias acerca del comercio en los mares orientales, pero debióse haber iniciado a finales del III milenio en el Mar Rojo, en el Indico y en el Golfo Pérsico.

La India antigua mantuvo un intenso tráfico marítimo no sólo en el Medio Oriente y en Egipto, sino también en China, Birmania y el Archipiélago Malayo, siendo por su posición geográfica un enlace entre el Lejano y Medio Oriente y Egipto.

De una manera general puede decirse que el comercio en el Indico se hacía desde el Lejano Oriente y la India hasta el Golfo Pérsico o el Mar Rojo; de estas costas se llevaban los cargamentos a las del Mediterráneo en caravanas, hasta los puertos fenicios y griegos del Asia Menor, embarcándolos nuevamente para su destino final.

e).—EL COMERCIO MARITIMO EN EL IMPERIO ROMANO

La Pax Romana, fruto de la conquista de todas las costas del Mediterráneo por los romanos trajo consigo una era de bonanza que se reflejó principalmente en el tráfico marítimo. El aprovisionamiento de la metrópoli imperial, Roma, dependió en su mayor parte del exterior, importándose anualmente de Egipto más de un millón de toneladas de cereales. Los griegos, como ciudadanos romanos, fueron los que se dedicaron más intensamente a este tráfico, trayendo los barcos que zarpaban de Alejandría cargados rumbo a Creta, y de ahí se dirigían a Ostia, en Italia, o bien a Puteoli, durando el viaje normalmente 25 días.

El comercio con el Lejano Oriente, se continuó costeando la península arábiga y el Golfo Pérsico, hasta que a principios de nuestra era el griego Hipalus descubrió la periodicidad de los monzones, disminuyendo grandemente el viaje entre Egipto y la India.

Con la división del Imperio en dos partes disminuye notablemente el tráfico marítimo de Italia, siendo Bizancio la que retiene gran parte del comercio con la metrópoli italiana, cuando ocurre la caída de Roma en 476, Bizancio ocupa el lugar del tráfico marítimo romano, hasta que las inva-

aún por Gana y Sicilia expulsaron del Mediterráneo Occidental a las naves bizantinas.

III.—LA EDAD MEDIA.

a).—EL TRAFICO MARITIMO EN EL LEJANO ORIENTE.

Desde el siglo III antes de nuestra era, y hasta aproximadamente a mediados de la primera centuria (D. C.), se ha comprobado la existencia de un tráfico marítimo entre China, Conchinchina, India, Ceylán y Birmania. En el siglo VIII los árabes principiaron su tráfico hasta la India y Ceylán, llegando a Singapur y aún hasta las Costas de China.

Debido a la piratería se suspendió durante mucho tiempo la navegación comercial entre la China del Norte y la del Sur, hasta que fue reabierto por la dinastía de los Mogoles, urgida por la demanda creciente de arroz; este tráfico se inició en 1282 (D. C.), en que se transportaron 3,295 toneladas de arroz, subiendo en 1288 a más de 66,000 toneladas y dos años después hasta alcanzar la cifra de 136,000 toneladas.

b).—EL TRAFICO EUROPEO DEL NORTE.

Hay escasos datos acerca del comercio marítimo en los mares septentrionales de Europa en los tiempos antiguos, pero se cree que existió entre Inglaterra y el continente desde el año 2000 (A.C.), así como en el Mar Báltico, siendo posiblemente los primeros navegantes los escandinavos. Los normandos, que comprendían a suecos, noruegos y daneses hacían correrías por las costas del norte, ocupándose los daneses del sur de Inglaterra, Holanda y Francia, a donde se establecieron definitivamente creando el ducado de Normandía. Aunque originalmente fue el pillaje el móvil de sus navegaciones, fueron exploradores y crearon diversas colonias, las que podían citarse las de Groenlandia, Islandia y las Islas Feroe, llegando en algunas ocasiones hasta las costas de la América del Norte.

En el siglo XII de nuestra era los alemanes penetraron en el Báltico y se apoderaron de la Isla de Gotland, fundando diversos puertos, entre ellos Lubeck y Riga, los que fundaron la llamada Liga Hanseática, que ocupaba gran número de puertos alemanes y flamencos.

En el siglo XIII aparecen las galeras venecianas en los muelles de Brujas casi simultáneamente con las genovesas, los que trafican asimismo con Londres y Amberes. Mientras tanto la flota Han-

seática que había llegado a su apogeo, inicia su descenso, para ser substituída por la marina holandesa desde mediados del siglo XIV.

c).—LA REPUBLICA DE VENECIA.

Con motivo de la invasión de la Italia septentrional por los bárbaros, los habitantes fugitivos de las ciudades invadidas se refugian en las islas de la Laguna Veneciana, quedando bajo la depen-

naturales para subsistir, empuja a los venecianos al mar en donde pronto adquieren grandes éxitos en el tráfico comercial marítimo.

A mediados del siglo IX Venecia inicia el desarrollo de su marina construyendo barcos de mayor tonelaje y creando su marina de guerra. Bajo la protección de los Emperadores de Oriente los venecianos casi monopolizan el tráfico entre Oriente y Occidente, y no obstante la prohibición Papal de comerciar con el mundo musulmán, frecuentemente lo hacen.

De Oriente traían seda, telas teñidas de púrpura, tapices, especias y piedrerías y llevaban de Occidente trigo, hierro, madera, sal y también los esclavos, tráfico éste que no obstante estar prohibido se efectuaba en ambos sentidos.

En el año de 1171, debido a un clima de hostilidad en contra de los venecianos, el Imperio Bizantino ordena la detención de todos los venecianos de Constantinopla, y Rumanía, decretando, también la incautación de sus buques y la confiscación de todos sus bienes, lo que originó una guerra que tuvo diversas alternativas pero nunca volvió a tener Venecia los privilegios y el esplendor anteriores.

Para asegurar su conservación y continuar explotando su comercio a la República Serenísima no le quedó otro remedio que conquistar el Imperio Bizantino; la cuarta cruzada, la utilizó totalmente el Dux Enrique Dandolo en beneficio de Venecia, conquistando Constantinopla, y fundando el imperio comercial y colonias de su República.

Venecia no tan solo traficaba con el Oriente y con Egipto, sino también con los países del Norte, ya que cada año se organizaba la salida de las "Galeras de Flandes", las que después de tocar diversos puertos del Mediterráneo, al llegar al canal Inglés se dividían, yendo unas Galeras a Inglaterra y otras a Flandes, especialmente a Brujas.

El esplendor y la grandeza de Venecia duran hasta finales del siglo XIV en que surge el Imperio

Turco para desalojar al León de San Marcos del dominio del Mediterráneo.

A finales del siglo XV los portugueses descubren la ruta marítima de la India, lo que trajo por consecuencia un gran abaratamiento de los productos orientales especialmente la pimienta y demás especias, no pudiendo competir los venecianos, que las obtenían en los mercados de Alejandría a gran costo.

IV.—LAS EXPLORACIONES Y LOS DESCUBRIMIENTOS GEOGRAFICOS

Aunque con la denominación "La época de los grandes descubrimientos" se designa el período que abarcan los descubrimientos de portugueses y españoles en los siglos XV y XVI, la realidad es que en todas las épocas se han efectuado y se continúan efectuando exploraciones para el mayor conocimiento de nuestro mundo.

Fueron los fenicios los primeros exploradores marítimos de la historia, a los que sustituirían los griegos y cartagineses, en el Mediterráneo y en el litoral atlántico de Europa y parte de Africa.

En el norte, los normandos descubrieron Islandia, las Islas Feroe y Groelandia.

El príncipe portugués don Enrique el Navegante fue el que inició las explotaciones del siglo XV al ordenar una serie de expediciones a lo largo de la

nes hacia el sur, hasta que en 1484 Bartolomé Díaz llega al Cabo de Buena Esperanza y pudo comprobar que el litoral Africano recurvaba hacia el Norte.

La siguiente expedición fue la de Vasco de Gama que fue el primero en llegar hasta la India navegando desde Europa.

Mientras tanto los españoles habían descubrieron América en 1492; en 1513, Vasco Núñez de Balboa cruzó el Istmo de Panamá y descubrió el Pacífico y por último Magallanes llega al extremo meridional de América y penetra al Pacífico, tocándole a José Sebastián Elcano la gloria de haber consumado circunnavegación al globo terrestre.

V.—EL COMERCIO MARITIMO DESPUES DEL DESCUBRIMIENTO

Con la llegada de los portugueses a Macao y posteriormente al Japón y el arribo de la flota de Legaspi y Urdueta a las Filipinas, procedente de la Nueva España, puede decirse que quedó establecido el tráfico marítimo en escala mundial.

Los españoles y portugueses se repartieron el mando descubierto, pero su capacidad no les permitió ejercer el comercio exclusivamente, como se lo proponían.

a).—EL DESARROLLO DE LAS POTENCIAS MARITIMAS EN EL NORTE

El siglo XVI vio el nacimiento de dos grandes potencias marítimas, Holanda e Inglaterra, las que, en cierta forma, derivaron su poderío marítimo de la explotación de la pesca.

Durante un tiempo ambas se abstuvieron de incursionar en las rutas de los portugueses y españoles y trataron de encontrar un paso por el NE y el NW para comunicarse con la India y con la China; estos intentos fracasaron y por ello tanto ingleses como holandeses decidieron irrumpir en las rutas de españoles y portugueses. Los dos países crearon compañías destinadas al comercio y a la colonización en el lejano oriente: los ingleses, principalmente en la India, que llegaron a conquistar en su totalidad, en tanto que los holandeses llegaron a las Molucas donde también conquistaron un imperio comercial.

A la postre, ingleses y holandeses hubieron de chocar entre sí durante tres guerras en las que realmente no se decidió la supremacía. Sin embargo, la marina holandés declinó rápidamente pues su país se vio envuelto en una serie de guerras continentales en defensa de su independencia.

b).—LA RIVALIDAD ANGLO-YANQUI

Después de la declinación de Holanda, la marina inglesa no tuvo rival, hasta que a principios del siglo XIX los norteamericanos iniciaron su tráfico marítimo.

Como consecuencia del predominio inglés durante el siglo XVIII, su construcción naval se había estancado y pocas mejoras se habían realizado en el diseño de sus barcos. Los norteamericanos aportaron desde luego nuevas ideas a ese respecto y crearon tipos de buques más veloces que empezaron a competir ventajosamente con los ingleses.

por primera vez un servicio regular entre puertos de Norteamérica e Inglaterra con salidas fijas, independientemente de la carga y pasaje que pudiera conseguir.

En 1848 con motivo del descubrimiento del oro en California hubo una gran demanda de pasajes de la costa oriental a la occidental de los EE.UU. Para satisfacer esta demanda los norteamericanos crearon el Clipper Californiano que resultó ser muy superior a cualquiera de los existentes.

En 1849, los ingleses abollaron el Acta de Navegación de 1651, y abrieron numerosas rutas a la competencia internacional. Una de esas rutas fue la de China, con su comercio del té, y a ella se dirigieron los yanquis. Los clippers obtuvieron desde luego la supremacía, pero los ingleses contestaron con las fragatas Blackwell y los clippers de China que ya en 1856, aventajaron a los norteamericanos. La competencia entre ambos países fue suspendida

c).—LA REVOLUCION DE LOS TRANSPORTES MARITIMOS

Mientras ocurría lo anterior, se estaba librando una intensa lucha en el aspecto técnico. El hierro trataba de reemplazar a la madera y el vapor a la vela. A principios del siglo XIX se iniciaron los primeros ensayos, principalmente dentro de aguas protegidas. La primera navegación a vapor en el mar se realizó entre Glasgow y Liverpool en 1813. En 1819 cruzó el Atlántico el "Savannah", que era un buque con propulsión a vela y provisto de una máquina auxiliar para mover dos ruedas de paletas. Tardó 29 días y 11 horas en su travesía, pero sólo utilizó su máquina durante 80 horas. El 7 de abril de 1838 zarpó de Bristol el "Great Western" rumbo a New York, siendo el primer buque que utilizó exclusivamente máquina de vapor en la navegación, que duró 16 días.

Al mismo tiempo, poco a poco el hierro iba substituyendo a la madera y se dieron numerosos casos de buques mixtos, tanto en su construcción como en su propulsión, esto es, buques de madera con velas y máquinas y de hierro y madera a la vez con ambos sistemas de propulsión. El primer buque de hierro equipado, exclusivamente con máquina de vapor y con hélice fue uno construido por la casa Holt de Liverpool, destinado al tráfico con China.

La abundancia de hierro y de carbón en Gran Bretaña, originó que este país consiguiera una delantera en la construcción naval que sólo ha venido a ceder ante los Estados Unidos, a partir de la cuarta década de este siglo.

También el siglo XIX vio nacer numerosas flotas nacionales. El ejemplo más impresionante es el del Japón que en 1886 tenía sólo 78,000 toneladas, y en 1916, su tonelaje era de 1.708,000 y en 1920, era la tercera flota mercante.

El apogeo de los veleros ocurrió en 1860, en que su tonelaje era de 14.890,000 contra 3.040,000 de vapores. En 1900, los veleros totalizaban 6.674,000 toneladas, en tanto que los vapores alcanzaban la cifra de 13.857,000 toneladas.

u).—LA ORGANIZACION DEL TRAFICO MARITIMO

Con el advenimiento del vapor se instituyeron de manera definitiva los servicios regulares con itinerarios fijos. Las empresas dedicadas a este tráfico requieren organizaciones costosas en tierra, y se han tenido que unir en conferencias para fijar precios de fletes y pasajes en defensa de sus intereses ante los competidores ocasionales.

Existe el servicio de buques Trampas, buques sin itinerario fijo, que se contratan por viajes o por períodos. El centro de contratación es el Baltic Mercantile and Shipping Exchange Ltd. de Londres, que deriva su nombre del Café Baltic, donde anti-

Las flotas bajo pabellón de "complacencia" se han creado al amparo de países carentes de legislación laboral adecuada o fácilmente violable, y, en cierta forma, constituyen una competencia desleal.

VI.—CONCLUSIONES

Los países dedicados al tráfico marítimo han sido poderosos y ricos. La necesidad los impulsó al mar, contando en ocasiones con elementos favorables para ello y en otras, luchando abiertamente contra los obstáculos.

Nuestro país debe aprovechar sus riquezas litorales, vencer los factores negativos, diversificar su producción y sus mercados y adquirir una conciencia marítima que le impulsará definitivamente al mar, ya que será por sus caminos donde nuestra patria obtenga su grandeza.



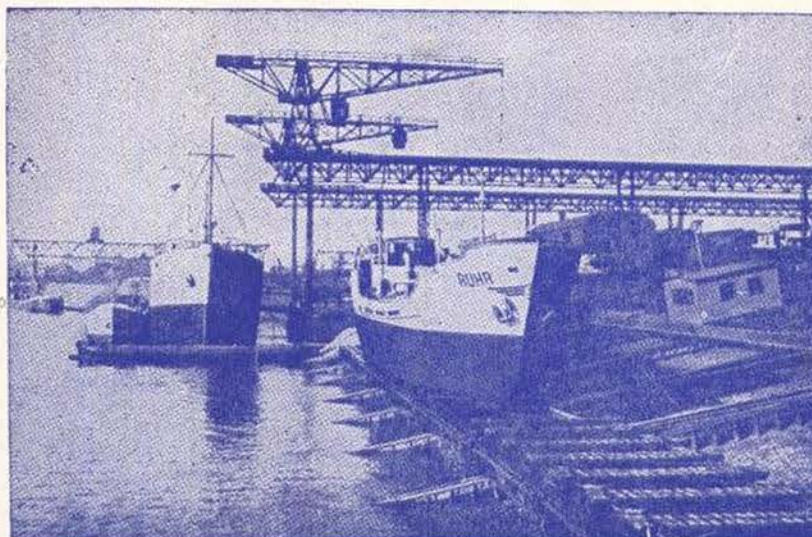


GUTEHOFFNUNGSHÜTTE

STERKRADE A G. — WERK WALSUM

VARADEROS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES
PARA TODA CLASE DE EMBARCACIONES

REPRESENTANTES EXCLUSIVOS
BACH Y DORSCH, S. A.
Av. Rep. de El Salvador No. 31
Tels.: 21-67-04 y 18-69-52
Apartado 7468 México 1, D. F.



MAQUINARIA PARA CONSTRUCCION

- * ADITIVOS PARA CONCRETO, dispersantes, incluso de aire e impermeabilizantes.
- * BOMBAS AUTOCEBANTES Y CENTRIFUGA marca BARNES de 1 1/2" a 10". Existencia constante para entrega inmediata.
- * BOMBAS CENTRIFUGAS, de engranes y de pozo profundo "Worthington".
- * VIBRADORES para concreto marca STOW, eléctricos y de gasolina.
- * MALACATES para elevar materiales marca WORMSER de 400, 600 y 800 kilos de Capacidad.
- * REVOLVEDORAS para concreto marca WORTHINGTON de 1/2, 1 y 2 sacos de capacidad con motores de gasolina o eléctricos. Revolvedoras montadas en camión.
- * EQUIPO PARA LABORATORIO de suelos, concreto y asfalto.
- * REPARACION de gatos hidráulicos marca "Simplex".

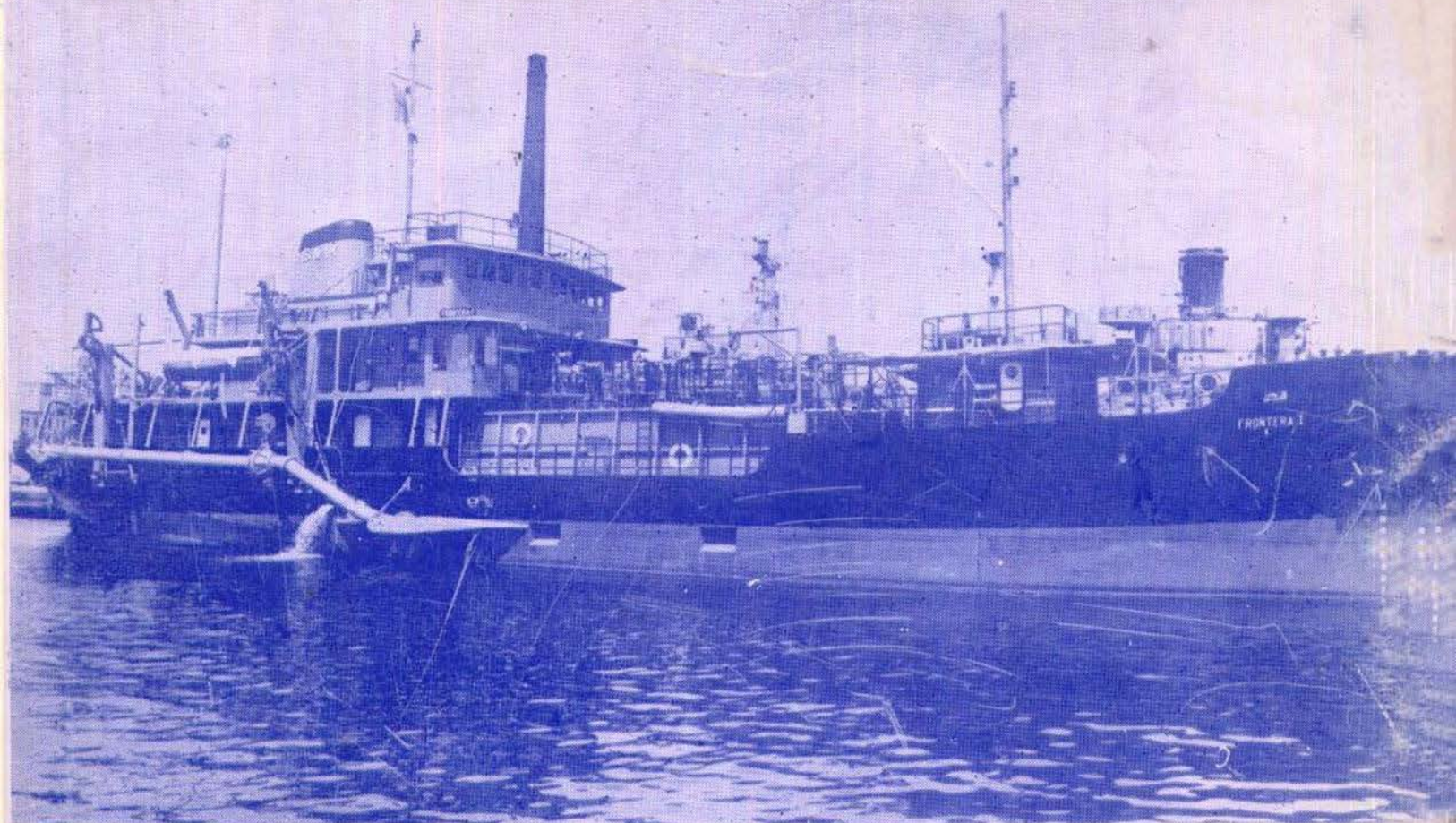


Distribuidora de Equipos y Materiales, S. A.

Madrid No. 21-B

México 4, D. F.

Teléfono 35-60-37



DRAGA ELLICOTT FRONTERA I

OTRA ELLICOTT
COOPERANDO AL
PROGRESO DE
MEXICO



CAPACIDAD
387 Mts.³

Representantes Exclusivos para la República Mexicana:

Equipos Industriales y Agrícolas, S.A.

TELEFONOS:

46-59-66 35-45-61

46-54-13 Y 46-22-61

Apartado Postal 1190

EQUIASA

Dirección Cablegráfica
"EQUIASAMEX"

Ave. Juárez 145

México 1, D. F.