

EL PUERTO DE ACAJUTLA, EL SALVADOR.

(Con 3 figuras y 3 mapas)

* * * * *

Dr. Helmut Meyer-Abich e Ing. Alirio Cornejo.

La República de El Salvador dispone de tres puertos: Cutuco (La Unión), en el Golfo de Fonseca, La Libertad y Acajutla. De estos tres, La Libertad y Acajutla tienen muelles en radas abiertas sin protección contra viento y oleaje. Ante el creciente desarrollo económico del país ha decidido el Gobierno de la República construir un puerto moderno adecuado para satisfacer las exigencias actuales. Un estudio sobre estos problemas, especialmente desde el punto de vista económico, fué elaborado por el ingeniero argentino don *Ricardo Ortiz* y presentado ante el Gobierno el año pasado. El ingeniero *Ortiz* llegó a la conclusión que Acajutla es el punto más adecuado para la realización del proyecto.

En Cutuco son desfavorables: la poca profundidad del agua, las fuertes corrientes de las mareas y la difícil entrada al puerto; en La Libertad tenemos una rada completamente abierta donde frecuentemente el oleaje es bastante fuerte y los medios de transporte hacia el interior del país son malos (no hay ferrocarril y tanto la pendiente como el estado actual de la carretera pavimentada no llenarían las exigencias). Podría pensarse en el desarrollo del antiguo y bien protegido Puerto El Triunfo, situado en el Estero de Jiquilisco, que en tiempos pasados tuvo cierta importancia, pero habría que dragar bastante para permitir la entrada de barcos de gran calado, y el dragar continuamente para mantener la entrada abierta resultaría sumamente costoso. El Puerto El Triunfo no es adecuado como puerto de vapores de gran calado, pero es el lugar llamado para desarrollarlo como puerto pesquero.

Acajutla tiene una rada abierta, pero la costa acantilada al oriente del muelle corre de norte a sur, en una dirección casi paralela a la de los vientos predominantes, impidiendo al oleaje desarrollar su completa fuerza destructora. Además existen buenas vías de transporte con el interior del país: el ferrocarril y una buena carretera pavimentada.

El Ministerio de Obras Públicas, a cuyo cargo estuvieron los estudios preliminares del proyecto, encargó al Dr. Helmut Meyer-Abich efectuar investigaciones detalladas, tanto geológicas como hidrográficas y comisionó a la Dirección de Cartografía de efectuar los sondeos de la zona, institución con la cual el Dr. Meyer-Abich colaboró ampliamente. Discutiremos primero las condiciones geológicas y luego las hidrográficas.

LAS CONDICIONES GEOLOGICAS DE ACAJUTLA

En la zona costera desde Acajutla hasta la Punta de Remedios encontramos dos diferentes formaciones geológicas; El cordón litoral de arena en el cual está situado el actual muelle y el acantilado de unos 10 m de altura que linda con la playa arenosa en unos 600 m al sureste del muelle, corriendo de aquí con rumbo sur hasta la Punta de Remedios. Es un acantilado vertical hasta aproximadamente la fábrica de cemento, desde aquí hasta el sur el carácter de acantilado se pierde, encontrándose un cordón litoral de arena de cáscaras de moluscos molidos y pedaci -

tos de corales entre las puntas rocosas pronunciadas. En esta parte se encuentran numerosos arrecifes de rocas frente a la costa y hay una zona ancha con aguas de poca profundidad (cerca de la Punta de Remedios la línea de 6 m dista más de 1 km de la playa). En el norte de la fábrica de cemento se encuentran profundidades y a de 6 metros a unos 400 m de distancia.

El terreno al oriente del acantilado es una planicie de la cual frecuentemente se levantan cerritos aislados hasta de unos 50 m de altura. La parte plana entre dichos cerritos está cubierta por una capa delgada de arcilla gris hasta negra. Al oriente de esta planicie se levanta el terreno montañoso de la Costa del Bálsamo. Los mencionados cerritos se encuentran frecuentemente alineados y en prolongación de las lomas de la montaña del Bálsamo. Esta planicie es una terraza marina solevantada, es decir en tiempos pasados estaba bajo el nivel del mar, y el oleaje de entonces destruyó la continuidad de las lomas sumergidas, dejando como restos de ellas los actuales cerritos aislados que en aquel entonces eran islitas o arrecifes. La arcilla entre ellos es un sedimento marino de esta época. Otras señas del levantamiento del continente lo encontramos en los cerros 'El Tepetoro', 'El Cuervo' y el 'Peñón de Mizata', situados al oriente de la planicie y cerca de la costa actual. En estos tres cerros existen plataformas, actualmente en unos 50 m de altura sobre el nivel del mar, y probablemente originadas por el oleaje de dicha época pasada. Las rocas en la plataforma del cerro 'El Cuervo', fueron examinadas y son sedimentos del antiguo cordón litoral, como conglomerados con estratificación diagonal, areniscas, etc.

Las rocas de la planicie de los cerritos aislados y de la parte inferior del cerro 'El Cuervo', son de origen volcánico: tobas y aglomerados. En el lugar del 'Puerto Viejo', es una toba de pómez conteniendo bloques de rocas eruptivas, que probablemente se ha formado por 'corrientes de lodo volcánico'.

Después del levantamiento del terreno, empezó la acción destructora del oleaje. El mapa adjunto, 'Acajutla, Entrada al Puerto', nos da cuenta del resultado de esta actividad. La línea costera de entonces, estaba mar adentro de los arrecifes actuales y estos arrecifes no son otra cosa que aquellas partes duras (rocas eruptivas, aglomerado) de la toba que no han podido ser destruídas por el oleaje. Reconocemos con esto que donde hay arrecifes frente a la costa, esta sufrió destrucción y que la zona de destrucción llega más o menos hasta la fábrica de cemento. Entre la fábrica y la carretera, el acantilado prácticamente no fué atacado ni destruído. Desde la carretera se persigue el acantilado tierra adentro hasta la orilla del Río Grande (Sensunapán), indicando que era línea costera en el pasado. Todo el terreno entre la villa actual de Acajutla y el muelle ha sido sedimentado recientemente, es decir, en esta parte norte del acantilado la línea costera está extendiéndose hacia el sur, lo que prueba que aquí actúan fuerzas constructoras.

Como resumen se nos presentan tres secciones en la costa del acantilado: En el norte, una zona de construcción donde las fuerzas de sedimentación están enterrando el acantilado; en la parte sur, el acantilado está forzado a retroceder debido a las acciones destructoras del oleaje; y en la parte media existe una zona neutral, a la cual todavía no han llegado ni los efectos de sedimentación ni los de destrucción. En esta sección neutral la costa no está sujeta a cambios, el acantilado permanece en su lugar, y esta es precisamente la parte que se ha escogido para la construcción del nuevo puerto moderno. Aquí se construirán dos espigones y el área portuaria será protegido por rompeolas. (Vea figura No. 1).

EL AREA NEUTRAL, es decir la zona adecuada para la ubicación del nuevo puerto, tiene una longitud de 1800 m más o menos. Para determinar dentro de este límite la posición definitiva del proyecto, tenemos que investigar si ofrece mayor peligro la sedimentación progresiva desde el norte o la destrucción desde el sur. En el primer caso se ubicará el puerto más hacia el sur, en el segundo más hacia el norte (el largo del puerto será de unos 900 m). Además influirá en esta decisión esencialmente la topografía del suelo del mar frente a la zona neutral.

El peligro del sur: Destrucción.

La figura No. 2 demuestra el proceso de destrucción de un acantilado (llamado abrasión), y puede considerarse como una sección en ángulo recto a la dirección de la costa entre el Rfo Chimalapa y la Punta de Remedios. El estado 1 corresponde a la situación del acantilado inmediatamente después del levantamiento de la costa; en el estado 2 la abrasión ha creado una plataforma de abrasión y depositado el material destruido encima de la pendiente inicial de la costa. El estado 3 corresponde al estado actual, en el que se ha ampliado la plataforma de abrasión, protegiendo esta misma de futura destrucción a la costa porque la poca profundidad del agua en la plataforma y su ancho, consumen la fuerza destructora del oleaje antes de llegar a la propia playa.

La dirección del viento predominante en Acajutla es del sursureste, de tal manera, que la ancha plataforma de abrasión al poniente de la Punta de Remedios protege también la parte norte del acantilado, sobre todo porque esta corre paralela a la dirección del viento predominante. La prueba está en el hecho de que en realidad esta parte ha sufrido considerablemente menor destrucción que la región sur. Resumiendo podemos constatar que no existe mucho peligro para el nuevo puerto por parte de la acción abrasiva del oleaje.

El peligro del norte: Sedimentación.

Para opinar sobre este asunto de suprema importancia, era necesario coleccionar datos fidedignos de los pasados 50 años. El actual muelle de Acajutla fué construido desde 1893 hasta 1900, por la Compañía del Ferrocarril de El Salvador, y es especialmente el señor don *Salvador Hinds* de esta Compañía, a quien se tiene que agradecer una colaboración estrecha en el proporcionamiento de mapas y sondeos en el muelle antiguos y de sus indicaciones verbales, que dieron por resultado el mapa 'Desarrollo del Puerto de Acajutla' y la figura 3 'Profundidades del Muelle de Acajutla de 1900-1952'.

Según esto, los cambios en el área de sedimentación han sido los siguientes: en 1871 se inauguró el hoy llamado 'Puerto Viejo', situado en el lugar que actualmente está previsto para el proyecto. Este puerto tenía un muelle de 264 pies de largo, con rieles de ferrocarril a Sonsonate, aduana, etc., aún hoy día se reconocen las ruinas del muelle y de los edificios. Estuvo en servicio este puerto hasta 1900. En los mapas de aquella época, está indicado como 'Puerto Viejo' un lugar que debe de haber sido la ubicación de un Acajutla antes de 1871, y como tal, están indicadas estas ruinas en el mapa mencionado.

Durante la construcción del actual muelle (1893-1900) se encontraba un campamento en el lugar de la actual villa de Acajutla. En esta época las mareas altas medias llegaban más o menos hasta la actual carretera (vea mapa). Las mareas altas extremas sobrepasaron el cordón litoral de arena, inundando la región tierra adentro, que entonces era un estero con profundidades de agua de 1 m hasta la línea indicada en el mapa. La línea que marca las mareas altas de 1880, fué establecida por el barco de guerra norteamericano 'Tuscarona', igual que el cauce del Rfo Grande de

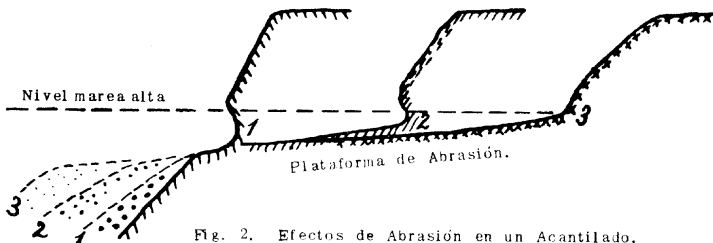
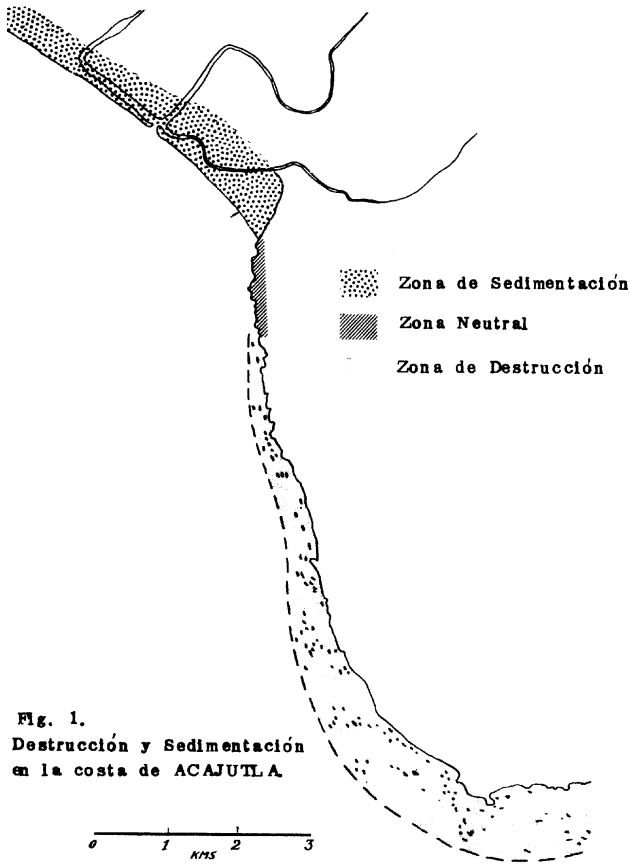
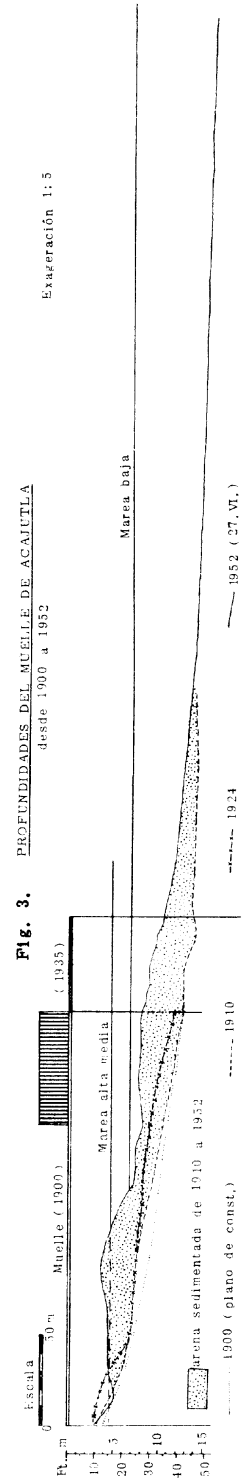


Fig. 2. Efectos de Abrasión en un Acatilado.



este año.

El cauce del Rfo Grande es encajonado y fijado hasta el paso del antiguo camino real que hasta hoy está en servicio. Desde este punto hasta la desembocadura, el río ha cambiado frecuentemente su lecho y especialmente el lugar de su desembocadura. Este lugar ha cambiado y sigue así continuamente, sobre todo porque se trata de la desembocadura común de los tres ríos: Rfo Grande, Rfo San Pedro y Rfo Sunza. El lugar actual está indicado en el mapa, y en 1949 se encuentra unos 500 m más al poniente.

En 1890, el Rfo Grande tenía un brazo paralelo a la costa en dirección al oriente, que desembocaba al mar a la par del acantilado. Este lecho ha sido rellenado con el tiempo por los trabajos de construcción, planificación, etc., sin embargo, el Rfo Grande ha conservado la tendencia de abrirse paso hacia el oriente en los tiempos de crecidas (vea adelante la crecida de junio de 1934). Esta tendencia se comprende fácilmente: en tiempos de crecidas, las aguas acarreadas por los ríos San Pedro y Sunza impiden un desvío poniente del Rfo Grande y cuando este río ha tapado su propia desembocadura con los materiales acarreados (troncos, etc.) tiene que buscar su salida hacia el oriente.

Son los tres mencionados ríos que en primer lugar son responsables por la sedimentación progresiva de esta zona. La figura 3 nos ilustra las cantidades de arenas que se han sedimentado en la sección del muelle, desde donde empieza el tablero de madera hasta la punta, indicando los perfiles de los sondeos en los diferentes años a lo largo del muelle. La curva de 1900, que fué tomada del plano de construcción del muelle, no merece la misma confianza que las demás porque los sondeos se tomaron de una lancha, mientras los otros del muelle mismo.

Los sondeos efectuados en los años 1903-1906 no acusaron diferencia sensible con los de 1910 (curva rayada), y las mareas altas medias, durante todos estos años, llegaron hasta el principio del tablero del muelle.

El perfil de 1924 (promedio de 10 observaciones) ostenta una ligera sedimentación en la playa, y la línea de mareas altas retrocedió 20 metros (al poste 'J' del muelle); un poco mar adentro estaba conforme con la curva de 1910, y debajo de la caseta había subido de 1-2 m de arena.

En esta forma quedaron estables las condiciones durante muchos años, prácticamente hasta 1934. La sedimentación en tiempos normales no es considerable y da valores medios anuales pequeños.

En la gran crecida de junio de 1934 el aspecto cambió de un día a otro. Las enormes cantidades de agua que acarreó el Rfo Grande se desbordaron de su lecho usual abriéndose paso en línea recta hacia el mar. En el mapa 'Desarrollo del Puerto de Acajutla', el cauce del río está indicado por el área finamente punteada (el cual hasta hoy se reconoce en las fotos aéreas por la depresión originada). A la vez las aguas destruyeron un antiguo dique de talpetate (toba) y uno de piedra que fué construido en 1902-1905 para evitar un desvío del río hacia el oriente en su antiguo brazo. Con los materiales acarreados se tapó luego la nueva desembocadura al mar y el río se abrió paso con dirección al muelle desembocando a poca distancia al poniente del mismo. Fué en aquellos días que el río excavó la parte alta de la playa de 1924 (figura 3) que hasta hoy ha permanecido como depresión. La arena sedimentada se extiende hasta más o menos 200 m mar adentro de la caseta del muelle; a distancias mayores, las profundidades desde 1910 hasta hoy día prácticamente no han cambiado. Lamentablemente no existen sondeos del año 1934 después de la catástrofe, pero según indicación del señor don *Salvador Hinds* se sedimentaron

en esta ocasión las enormes cantidades de arena en la sección del muelle (área punteada en fig. 3), y desde entonces hasta hoy día la línea costera no ha cambiado mucho. Los árboles, etc. acarreados en 1934 quedaron sepultados bajo la arena; ocasionalmente, salen a la vista después de mareas fuertes y la gente los extrae para hacer leña.

Como consecuencia de los efectos de la correntada de 1934, fué necesario prolongar el muelle en 50 m lo que se verificó en 1935. En el mismo año, se construyó un dique de piedra (vea mapa) para evitar futuros desbordes hacia el oriente y en el año de 1941, se empezó la construcción de otro dique fuerte en la orilla izquierda del río para evitar que el río Grande abandonara su rumbo usual hacia el suroeste, y que no se abriera paso otra vez en dirección recta hacia el mar. Pero todos estos esfuerzos no pueden impedir la progresiva sedimentación en esta parte costera.

Resumiendo decimos que la fuerte sedimentación no es consecuencia de las condiciones normales sino de las correntadas extremadamente fuertes, lo mismo que podría decirse del régimen de los demás ríos de la República. De todas maneras, la sedimentación en los pasados 50 años ha sido considerable y es de considerarse mucho más peligrosa que la abrasión en la parte sur del acantilado.

En consecuencia es conveniente construir el nuevo puerto en la parte sur de la zona neutral, es decir aproximadamente en el lugar del Puerto Viejo, lo que trae la ventaja que las aguas en este lugar son más profundas (vea más adelante).

LAS CONDICIONES HIDROGRAFICAS Y LA TOPOGRAFIA SUBMARINA.

Dentro del programa a desarrollar por la Dirección de Cartografía del Ministerio de Obras Públicas, se efectuaron los sondeos utilizando un ecógrafo 'Atlas' manejado por el Dr. Helmut Meyer-Abich. Cuatro observadores manejaban cuatro teodolitos con los que se bisectaba la señal de la lancha sondeadora. Previamente, se habían establecido poligonales de precisión desde la Punta de Remedios hasta unos 2,5 kms al poniente de Acajutla. Las mareas fueron registradas por un mareógrafo instalado en el muelle de Acajutla en marzo de 1952. Durante las horas de sondeo, un operador leía, además, cada 15 minutos la altura de la marea en la mira.

La nivelación terrestre tiene como cero el nivel de las mareas medias en La Unión (Golfo de Fonseca). El cero hidrográfico de la mira (marcada en pies) colocada en Acajutla se encontraba a 1,901 m bajo el cero terrestre. Las observaciones de las mareas durante abril y mayo de 1952 dieron los siguientes resultados:

- 1) El nivel medio de las mareas altas marca 9,52 pies en la mira o sea 1,00 m arriba del cero terrestre.
- 2) La diferencia media entre mareas bajas y altas (de 43 mareas) fué 6,2 pies = 1,89 m. Durante los días de marea viva (spring tide) la diferencia media (de 14 mareas) fué 6,5 pies = 1,98 m, siendo el extremo observado durante el tiempo indicado de 7,4 pies = 2,26 m, la diferencia mínima de 4,6 pies = 1,40 m.
- 3) Las mareas indicadas para La Unión en 'Tide Tables West-Coast North and South America', p. 59, se compararon con las correspondientes mareas verdaderas observadas en el muelle de Acajutla, con el resultado de que en Acajutla las diferencias observadas entre mareas altas y bajas eran menores que las indicadas para La Unión.

a) Durante 'marea viva' y las siguientes 'condiciones medias' (23 mareas observadas), las mareas verdaderas eran como promedio 3,1 pies = 0,95 m más bajas que las indicadas;

b) Durante 'marea muerta' (neap tide) y las 'condiciones medias' ante -

riores a 'marea viva' (20 mareas observadas), las mareas verdaderas eran como promedio 1,9 pies = 0,58 m más bajas que las indicadas.

A base de estos datos se decidió referir las profundidades sondeadas a un nivel 1,00 m más bajo que el de la nivelación terrestre. Este nivel queda aún un poco más bajo que el nivel medio de mareas bajas durante 'marea viva'.

El área delante la zona neutral del acantilado fué sondeado en perfiles normales a la costa distanciados a unos 150 m, cruzándose con 5 perfiles paralelos a la costa. Las profundidades cerca del acantilado fueron sondeadas a mano por la Dirección de Urbanismo. El resultado elaborado es el mapa 'Acajutla, Topografía del suelo del mar en el área prevista para la construcción del nuevo puerto', escala 1:10.000. Este mapa manifiesta que el lugar más adecuado para la construcción del nuevo puerto es el área comprendida entre los puntos M2 y M4. En M3 se encontraba el muelle del Puerto Viejo, y se nota que este punto fué bien escogido por la poza profunda cercana, en la cual la línea de 4m dista solamente unos 40m de la punta. Sería lógico de aprovechar estas condiciones favorables para ubicar los dos espigones proyectados a ambos lados de esta poza.

Se gastaron además dos días para sondear el área al occidente y sur especialmente para establecer el límite navegable en la zona peligrosa entre la Punta de Remedios y el proyectado puerto. El resultado es el mapa 'Acajutla, Entrada al Puerto', escala 1:25.000.

Los dos mapas permiten reconocer las condiciones del suelo marino. Las líneas altamente curvadas (mapa 1:10.000) representan un suelo rocoso, y para la línea altamente inclinada (de 6 a 17 m de profundidad, al sur de la latitud de M3) valdrá lo mismo. Más afuera, existe un lodo gris oscuro. En toda la zona del proyectado puerto el suelo es rocoso y es de suponer que se trata de la misma toba que se deja ver en el acantilado.

Queda por último un problema pendiente: el de reconocer las condiciones de las corrientes marinas. Hasta ahora no sabemos más que los siguientes datos generales. En febrero y marzo predominan las corrientes hacia el este, especialmente hacia el sureste, en la costa salvadoreña. Entre Salina Cruz y San José existen corrientes débiles pero estables hacia el noroeste en estos meses. Las corrientes en esta época del año generalmente son débiles, 2-3 millas en 24 horas. En agosto y septiembre la corriente costera en la costa centroamericana es dirigida uniformemente hacia el occidente, resp. W.N.W. Entre Punta Arenas y Salina Cruz, la corriente alcanza velocidades hasta 13 millas en 24 horas durante este tiempo.

Lo dicho se refiere a las corrientes costeras en general, sin tomar en cuenta la configuración de la costa de Acajutla y la influencia de las mareas.

Datos interesantes sobre este tópico los comunicó el señor don *Salva-*
dor Hinds, quien ha observado que las aguas lodosas de los ríos, después de desembocar en el mar, casi siempre se extienden hacia el oriente a lo largo de la playa. Esto significaría, si la observación es comprobada, que el material acarreado por los ríos es transportado y sedimentado definitivamente en la parte oriental de la playa, razón suficiente para ubicar el nuevo puerto lo más al sur posible. Sin embargo, es deseable de estudiar estas condiciones más detalladamente no sólo desde el punto de vista del transporte de los materiales acarreados por los ríos y su lugar definitivo de sedimentación sino también para poder estimar los probables efectos que ejercerán los rompeolas en la dirección de las corrientes.