

DEFENSA DE PUERTO COLOMBIA

POR: ALBERTO HUYKE PRIETO

*Artículo del Boletín de la
Sociedad Geográfica de Colombia
Números 2 y 3, Volumen XI
Segundo y Tercer Trimestres de 1953*

Los fenómenos de origen marino son, quizá, los más interesantes, dada la magnitud de las energías puestas en juego, el origen de las fuerzas que en ellos intervienen, la naturaleza misma del mar, los pocos conocimientos que sobre ellos tiene el hombre, y la pequeñez de éste.

Debido a lo anterior no es de extrañar el que los cambios que en la configuración de la costa comprendida desde Sabanilla hasta Puerto Colombia, han venido ocurriendo de unos años a esta parte, hayan llamado la atención de todos los que de ellos han tenido conocimiento, y esto por su parte, ha dado lugar a que cada cual a su manera trate de explicarse y de explicar las diversas causas que, según su criterio particular, puedan haber dado origen y cumplimiento a los hechos observados.

No podía el que esto escribe, sustraerse a esta influencia y es por ello, dada la importancia del problema, y su íntima relación con el Balneario de Puerto Colombia, tan querido para todos los que en esta región nacimos, así como por seguir "agitando" esta cuestión, tratada anteriormente por el doctor Rafael Tovar Ariza por lo que me he dedicado a copiar la mayor cantidad de datos al respecto, con el objeto, no de exponer una teoría sobre el particular, sino de resumir en un solo trabajo los diferentes puntos de vista, para mejor conocimiento y divulgación del tema, con la esperanza de mantener despierto el interés, de avivar la curiosidad, y de estimular a otros a exponer los suyos, a fin de acercarnos de este modo a la verdad.

Comenzaremos planteándonos el siguiente problema: ¿si es necesario defender a Puerto Colombia

de los ataques del mar, cuáles deben ser las obras de defensa más apropiadas? Para ello es preciso analizar primero, hasta donde, nos es posible en la actualidad, los diversos factores que condicionan dicho ataque y la proporción en que interviene cada uno de ellos.

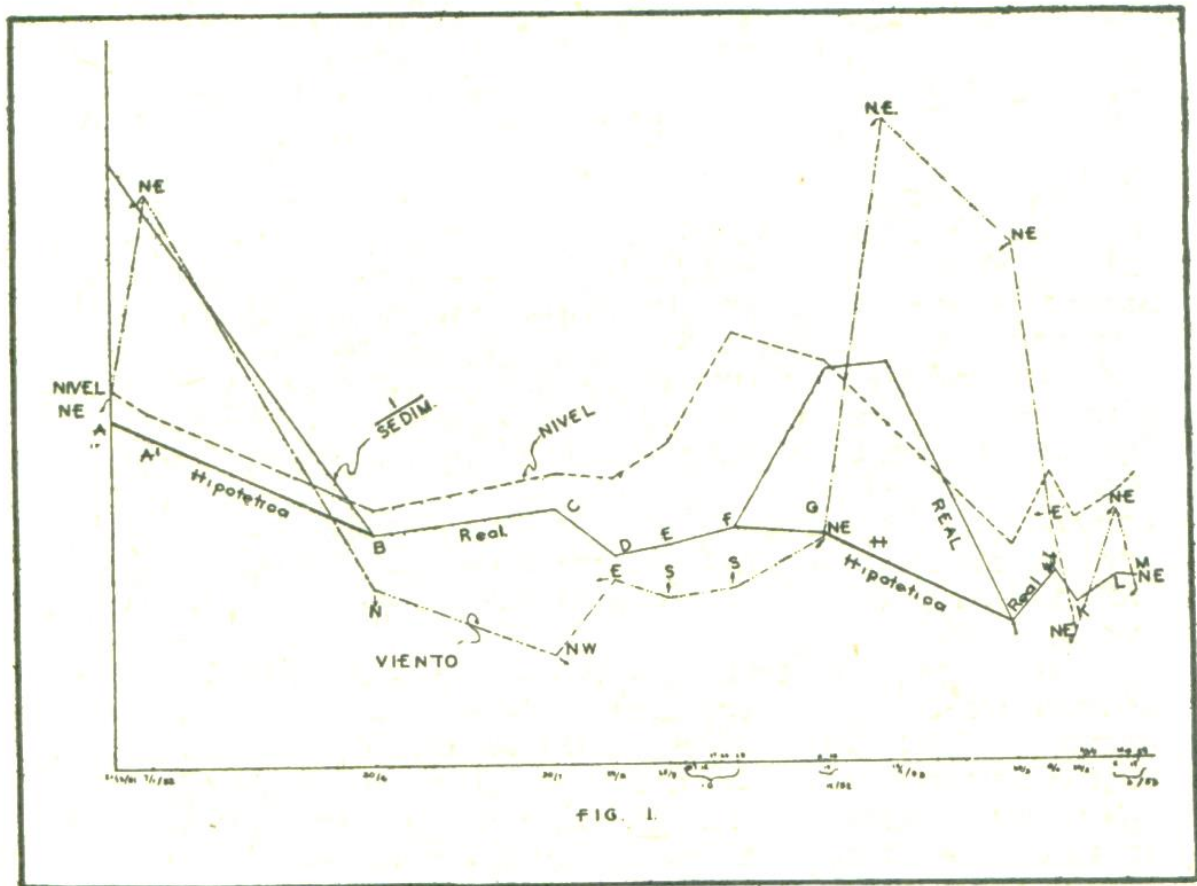
Como Ingeniero, acostumbrado a tener siempre una base numérica que me sirva de apoyo en la solución de los diversos problemas y teniendo en cuenta que de las ramas de la ingeniería, es precisamente la más difícil, la hidráulica, me parece que en éste de Puerto Colombia falta mucho por estudiar. Se hace aquí necesaria una labor estadística y comparativa de muchos años, y el estudio de algunos factores que no han sido debidamente ponderados. Puede decirse que no hay datos, que los pocos que existen son incompletos, y sobre todo que ellos no han sido debidamente utilizados, debidamente estudiados. Las soluciones dadas a la posible defensa de Puerto Colombia no han tenido ninguna base científica; y conclusiones que han debido llevar tiempo pesando cada factor, analizando y estudiando cada dato, han brotado en muy breve tiempo de un muy superficial estudio. Por otra parte, la falta de datos y el hecho de que los que existen no datan de muchos años, dificultan extremadamente un problema de suyo complicado.

Con el objeto de informar a las respectivas compañías navieras, al Terminal Marítimo, y diferentes entidades interesadas, se expiden por la Oficina competente los planos de sondeos diarios de las Bocas de Cenizas, planos que llevan anotados asimismo los datos de velocidad, y dirección del viento, nivel fluviométrico, altura de las olas, y nada más, y que constituyen los únicos datos existentes en que se pueda basar un estudio comparativo. Ellos no se refieren a Puerto Colombia, sino a las Bocas de Cenizas, pero como son los únicos que hay relativos a esta región de la costa norte colombiana, trataremos de extraerle la mayor información que podamos y ver de aplicar dichos conocimientos al problema que nos proponemos estudiar aquí.

Observando los planos, vemos que ellos contienen elementos que pueden sernos de gran utilidad, siquiera sea para un estudio superficial, el primero quizás que con tales datos se intente, ya que su misión parece ser la de "vivir un día", pues los planos se archivan tan pronto llenan su cometido de suministrar a los barcos que han de utilizar las Bocas cuál era el estado del canal el día "anterior".

Los datos que yo he aprovechado son los relativos al viento, al nivel fluviométrico y otro que se puede sacar de los planos, con relativa precisión, y que se refiere a la cantidad de material sedimentado. Para mayor simplificación aún, he tomado como índice de este último el área de la curva de 20 pies de profundidad. Estas áreas han sido calculadas con Planímetro. Obtenidos estos tres elementos he entrado a relacionarlos y para ello he procedido de la siguiente manera: como

abcisas para un gráfico triple (viento-nivel fluviométrico-sedimentación) he tomado el tiempo asignado a cada mes dos centímetros, comenzando el gráfico el 21 de Diciembre de 1951 y terminándolo el 22 de Mayo de 1953 (únicos planos que pude conseguir después de una búsqueda laboriosa y persistente). Como ordenadas he tomado respectivamente las cotas del nivel fluviométrico, la velocidad del viento y el INVERSO de las áreas delimitadas por las curvas de 20 pies de profundidad. El gráfico resultante es el de la figura 1, y con ayuda de él entraremos inmediatamente a analizar algunos fenómenos interesantes que se presentan en las Bocas de Cenizas para luego aplicar las conclusiones a nuestro problema de Puerto Colombia.



La línea continua representa el INVERSO de la sedimentación; la de rayas el Nivel Fluviométrico y la de punto y rayas el viento —con indicación de su dirección—. Del 21 de Diciembre de 1951 al 30 de Abril de 1952, hay una raya marcada "Hipotética", que ha sido trazada expresamente por el suscrito sin ninguna base real. Igual del 29/10/52 al 20/3/53.

Lo primero que se nota en el gráfico es el marcado "paralelismo" de las líneas de Nivel y de

Sedimentación inversa, entre las fechas 30/4/52 y 22/5/53, con una excepción poco notoria el 16/1/53. Ello es claro y lógico y expresa el hecho de que *a mayor Nivel menos sedimentación*. (La curva continua es el INVERSO de la sedimentación y por tanto mientras mayor sea su ordenada, *menor* será la sedimentación). En este hecho se funda precisamente la obra de Bocas de Cenizas ya que los Tajamares actuales tienen como objeto principal el estrechar el cauce del río para aumentar su poder de arrastre. Cuando el nivel aumenta manteniéndose constante la sección, también aumenta el poder de arrastre pues ello equivale a mantener el caudal igual y estrechar la Sección. Vemos, pues, que los gráficos nos muestran de una manera clara y de un solo golpe de vista el cumplimiento de esta ley, poniéndonos de manifiesto la utilidad de ellos, y lo mucho que se hubiera adelantado en el estudio de estos fenómenos si desde hace tiempo se les hubiera dedicado la atención que merecen, utilizando los datos recogidos y asimismo recolectando otros de indudable influencia.

En la parte de la izquierda, comprendida del 21 de Diciembre de 1951 al 30 de Abril de 1952 la curva continua desciende repentinamente de un punto muy por arriba de la curva de Nivel a un punto un poco abajo (30/4/52), es decir, que en esta parte se interrumpe el "paralelismo", lo que indica que la sedimentación que en Diciembre era poca fue aumentando pero no en proporción inversa al nivel fluviométrico, ya que éste disminuyó relativamente poco y en cambio la sedimentación aumentó mucho. Las pendientes de las curvas son diferentes apreciablemente. Este mismo hecho se observa aunque en mucha menor escala en los días cercanos al 12/12/52.

Si estudiamos con más detenimiento el gráfico podremos observar, en lo que hace relación al viento, que éste aumenta notablemente en intensidad y *conserva la misma dirección*, durante los meses de Diciembre a Marzo. Luego su intensidad decrece notablemente y *su dirección varía*, lo que induce a pensar que en este último período su influencia sobre los hechos que sucedan en Bocas de Cenizas debe ser nula, y que si existe la tal influencia ella debe manifestarse cuando su dirección sea constante y más aún si además su intensidad es apreciable. O sea durante el primer período.

Si no existiera el viento, la curva de sedimentación inversa (o mejor aún curva de los Inversos de las cantidades de material "depositado"), o sea la de trazo continuo, probablemente asumiría la forma indicada en el gráfico por las letras A, A1, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, pero debido a la influencia del viento la curva deja de ser paralela a la del nivel fluviométrico. El resultado final puede expresarse así: mientras la dirección del viento es variable y su intensidad poca, a mayor nivel menor material depositado; pero tan pronto el viento aumenta apreciablemente en intensidad

y su dirección es constante, la cantidad de material depositado *disminuye más rápidamente* de lo que aumenta el nivel. Es decir que durante la época de las brisas las condiciones en Bocas de Cenizas mejoran en lo que se refiere al material depositado, y esta situación es tan notable que varias veces se ha mencionado este hecho en los diversos periódicos, revistas y hasta lo explican suponiendo una acción de represa debida al oleaje que disminuye apreciablemente la sección del río (al empujarlo hacia el tajamar occidental) aumentando el poder de arrastre de éste con lo que la Barra se reduce notablemente. Puede que así sea y ya trataremos más adelante este punto pero desde otro ángulo. De todos modos vemos que el gráfico triple (Nivel-Inverso Sedimentación-Viento) nos muestra, muy claramente y de una sola mirada los principales hechos que se presentan en Bocas de Cenizas.

Resumamos lo hasta aquí visto, con el objeto de fijar mejor las ideas: Cuando los Alisios se retiran hacia el norte, siguiendo su ciclo anual, debido al paso del sol al hemisferio norte, prácticamente no hay vientos en la costa y los cambios que ocurren en el material depositado en Bocas de Cenizas se deben a la variación del nivel del río, (variación en el caudal, y por tanto en el poder de arrastre). Cuando los Alisios llegan, los cambios en el material depositado obedecen principalmente a ellos. Es decir los Alisios influyen de manera tan notable en dicho material que la influencia de la diferencia en el nivel del río es poca, aun cuando ella siempre existe, como es lógico suponer.

Si seguimos observando el gráfico triple, podremos notar como ya antes lo hice ver, que la influencia del viento en los alrededores de Diciembre de 1952 es bastante menor que la correspondiente a Diciembre de 1951 a Marzo de 1952, y es lástima que no hubiera podido conseguir más datos al respecto de años anteriores a 1951 para poder así estimar de una manera más precisa el fenómeno que estamos analizando.

Hemos visto que el gráfico nos explica satisfactoriamente los principales hechos observados y por tanto esta diferencia a que me vengo refiriendo debe tener su causa y ella debe ser seguramente el alargamiento en el Tajamar Oriental, obra está que se aceleró notablemente durante dicho año de 1951 y que de acuerdo con las últimas noticias está para terminar. Lo mismo puede decirse de los dos espolones de dicho Tajamar.

Tenemos así que a los factores naturales que desde hace tiempo vienen actuando, han venido a sumarse últimamente factores debidos al hombre, que han alterado el equilibrio existente y determinado por consiguiente una situación de estabilidad diferente.

¿Cuál puede ser la alteración introducida por el alargamiento del Tajamar Oriental? Ella no consiste en el aumento del poder de arrastre del río, ya que el mismo gráfico indica que de Marzo a Mayo de 1953 la cantidad de material depositado es un poco mayor que para el mismo período de 1952, no obstante el efecto favorable de los espolones y del Tajamar en mención, construidos para disminuir la Sección Transversal. No se ve asimismo qué otra influencia pueda tener el Tajamar Oriental que sea tan decisiva al respecto a no ser la de que en las épocas de los Alisios interrumpa el efecto de la corriente marina, debida al fuerte oleaje, corriente que va dirigida de Este a Oeste, es decir, que viene desde Santa Marta por toda la costa, pasa por Bocas de Cenizas y continúa hacia Sabanilla, Salgar y Puerto Colombia.

Es precisamente sobre esta influencia sobre la que trataré en detalle, ya que según mi parecer ella no solamente explica satisfactoriamente los fenómenos últimamente estudiados con ayuda del gráfico (diferencia de la influencia del viento en Diciembre de 1951 y en Diciembre de 1952, sobre el material depositado) sino que asimismo aclara, a mi modo de ver, la situación "creada", por así decirlo, en Puerto Colombia, pudiendo servir de base para un estudio más a fondo de este problema.

La corriente marina a que arriba me refiero aumenta de intensidad en los meses en que los Alisios soplan más fuertemente y en dirección constante, y por tanto en dichos meses el acarreo de material es mayor por parte de dicha corriente así como su poder de arrastre. Por tanto, si ella encuentra a su paso algún material depositado (tal como el de Bocas de Cenizas) lo transportará a otra parte depositándolo en los lugares en que dicha acción sea favorecida, ya sea por la topografía del fondo, o por la dirección de la costa. Este lugar parece ha sido Sabanilla, situada al oeste de Bocas de Cenizas y en el cual existió sin variación apreciable desde hace muchos años una flecha litoral que amparó a Salgar y terminaba en la Isla Verde. Esta flecha litoral era, por así decirlo, la expresión de un estado de equilibrio entre la erosión marina, la eólica, y el acarreo de materiales debido a la corriente marina de este a oeste, la cual no encontraba ninguna interrupción en su camino. Al modificar uno de los factores, el hombre rompió el equilibrio, y la flecha litoral de Sabanilla, resultado de aquel equilibrio, se modificó sustancialmente dando origen a otras flechas en otros lugares, pudiéndose considerar estas últimas, como la manifestación del nuevo estado de cosas. De ahí que si el hombre no sigue modificando los factores, sea lo más probable que las nuevas flechas o playas conserven su actual posición y por tanto *sean innecesarias* las obras de defensa. Tal parece ser el caso en la flecha de Pradomar, la que cada día parece engrosar más y más. Aquí cabe observar que la antigua flecha litoral de Sabanilla tenía muchísimo tiempo de permanecer casi invariable en su forma exterior visible, según se desprende de la comparación de

un plano levantado por la Julius Berger Konsortium en Septiembre de 1923 y otro preparado por Parrish & Cía., S. A., en Agosto de 1952. Es decir, que durante casi treinta años la dicha flecha conservó plenamente su estabilidad y forma.

La acción de represa que se suponía ejercía el viento queda reemplazada por el aumento en el arrastre de la corriente marina, debida al oleaje, aumento que permitía transportar gran parte del material depositado en Bocas de Cenizas y conducirlo a la flecha de Sabanilla en donde venía a contrarrestar, equilibrándolo, el que la erosión marina y el viento quitaban de ella.

Hay además otro hecho digno de tenerse en cuenta. La corriente, al encontrar un obstáculo, se ha desviado al norte de Bocas de Cenizas para luego tornar a su dirección anterior pero desplazada un poco al norte de su trayectoria anterior (ver Figura 2), por lo cual el punto o lugar de deposición del material, en la costa, se ha desplazado *a medida del avance* en la obra del tajamar (mayor desviación de la corriente) hacia el oeste de su anterior localización. Dicho de otro modo, la flecha ha venido desplazándose paulatinamente hacia el oeste trasladándose desde Sabanilla hasta el Castillo de Salgar y luego a la Vuelta del Nisperal, en donde se encuentra hoy. La Isla Verde, en cambio, situada hacia el oeste de Sabanilla, ha sufrido muy poco por el desplazamiento de la corriente, como es lógico suponer. Todo esto está en perfecto acuerdo con las observaciones de Mr. Joseph M. Caldwell, publicadas en la prensa escrita de Barranquilla y expuestas en una reunión en la Gobernación del Departamento del Atlántico por Mr. Karl Parrish Jr.

Un punto que no ha sido suficientemente estudiado es el del origen del material que constituye la barra en las Bocas de Cenizas, aun cuándo él parece ser marino, según lo expresa Mr. Haupt (autor de un proyecto para la obra de Bocas de Cenizas) : "Es también digno de notarse que el material de la barra no se compone de sedimentos del río, sino de arena limpia de la playa, lo que indica que el sedimento más ligero tenido en suspensión por las corrientes más activas del río, es arrastrado fuera de la barra..."; y luego, Black Me Keney and Stewart: "La barra propiamente dicha está compuesta en su mayor parte de arena de grano menudo, pero que contiene más fango que la arena de la playa".

En la región donde revientan las olas hay gran erosión y es el material producto de esta erosión el que al ser transportado por la corriente marina contribuye a la formación de la barra. Dice al respecto el doctor Jorge Álvarez Lleras: "... y, sobre todo, las olas arrastran arena de la misma procedencia, que dejan decantar sobre la barra al chocar contra la corriente fluvial". Las olas al llegar determinada profundidad, dan lugar a una corriente, que en el caso que nos ocupa es la que

acarrea el material a las Bocas, según los conceptos de los señores antes nombrados. Pero, cuando el viento arrecia, la intensidad de dicha corriente aumenta, por aumentar el tamaño y fuerza de las olas que le dan origen, y ella vence el obstáculo de la corriente fluvial mejorando las condiciones de la barra por el transporte de dicho material hacia puntos más al oeste. De manera, pues, que la obra del Tajamar Oriental ha determinado el que todo el material de origen marino que desde sitios bastante al este de Bocas de Cenizas se depositaba en Sabanilla, sea depositado en lugares al oeste de dicha localidad, según hemos visto.

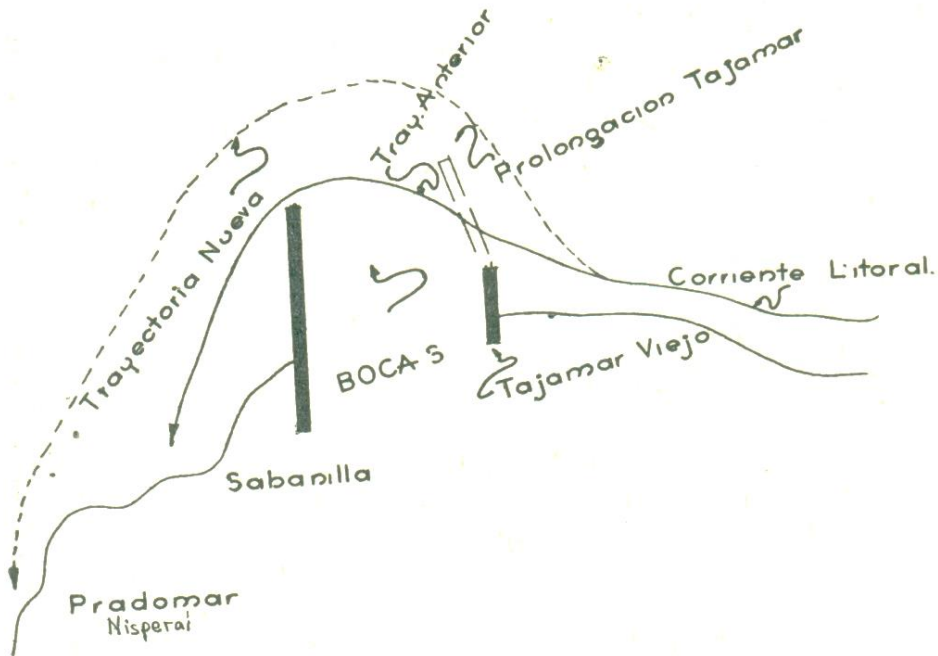


FIG. 2.

De otra parte, la corriente, al ser desviada por el tajamar pierde fuerza; de ahí el hecho de que gran parte de ese material se deposite inmediatamente después, o sea precisamente en las Bocas, tal como lo demuestra el gráfico que hemos venido estudiando, por lo cual es de suponer que la cantidad que contribuye a la formación de las flechas actuales sea menor de la que anteriormente llegaba a Sabanilla. Además, la desviación al norte lleva los sedimentos a mayores profundidades, ya que a poca distancia de los tajamares, éstas son considerables, favoreciendo así el depósito de tales materiales. Esto último se traduce asimismo en pérdida de material transportado hacia las lenguas actuales.

La objeción que pudiera hacerse de que la construcción del Tajamar Occidental ha debido dar origen a los mismos fenómenos ocurridos en Sabanilla últimamente, no tiene valor si se considera

que la desviación producida en la corriente marina litoral, por dicho tajamar, se verifica después de haber dicha corriente pasado el río, observándose además que cualquier precipitación se verificaría ya al oeste de dicho Tajamar Occidental de donde sería fácil por acción de las olas su transporte hacia Sabanilla. La misma corriente del río, por otra parte, ayudaría a contrarrestar la pérdida de velocidad debida a la desviación. Esto no sucede en el caso del Tajamar Oriental, debido a que la corriente marina sufre la acción de la fluvial *después de haber perdido la velocidad*, y no antes como es el caso con el Occidental.

Es digno de notarse, asimismo, que la barra se forma un poco fuera y al norte del extremo del Tajamar Occidental, lo que demuestra la acción de la corriente fluvial sobre la marina.

Como según lo he venido sosteniendo, basado en el estudio de un gráfico ideado por mí, es la corriente marina litoral la que mayor influencia ejerce no sólo en la formación de la barra, sino en los fenómenos correlativos observados en Sabanilla, es interesante estudiar esta corriente con detenimiento.

El señor Lewis M. Haupt presentó un proyecto para la obra de Bocas de Cenizas, proyecto puesto en contraposición con uno presentado por el Ingeniero colombiano Miguel Triana, ambos discutidos en el Segundo Congreso Científico de Washington. Como hemos visto, el señor Haupt expresa que la barra de Bocas de Cenizas es principalmente de origen marino, y por ello recomienda un solo tajamar curvo del lado *oriental*, con el objeto de *detener* las arenas arrastradas a lo largo de la isla de Salamanca y Punta Faro. El doctor Jorge Álvarez Lleras en informe rendido a la Sociedad Colombiana de Ingenieros, dice a propósito de lo anterior: "Se presenta, pues, el caso de una primera interpretación de las fuerzas predominantes que causan la formación de la barra y que conduce a un sistema definido, *dándole importancia primordial al arrastre marítimo de arena* (Drift sand o beach drift) *a lo largo de la costa*, de este a Oeste, con las circunstancias de que así se confirman las ideas de la Sociedad Colombiana de Ingenieros al respecto, pues es evidente que el dragado científicamente conducido habría manifestado la necesidad o siquiera la conveniencia de la construcción paulatina del tajamar de Haupt para detener las arenas marítimas en una longitud aconsejada por la experiencia".

El doctor Miguel Triana aconseja un dique o tajamar del lado oriental pero no en las mismas *Bocas de Cenizas sino más hacia el oriente de ellas*, y un tajamar occidental que prolonga hasta la profundidad igual a la máxima que se desea obtener para el canal.

Los proyectos de Triana, Haupt y el indicado por la Sociedad Colombiana de Ingenieros, tienen por base el *arrastre por la corriente marina litoral*, y conceden poca importancia a la fluvial, pues el tajamar de Triana, del lado oeste es únicamente para la defensa de la orilla occidental. Suponen así que deteniendo el material arrastrado por la corriente litoral se soluciona el problema de las Bocas, aún cuando la Sociedad Colombiana de Ingenieros razonando muy cuerdamente propone un dragado preliminar y luego la construcción del dique oriental, de acuerdo con lo que la experiencia vaya indicando. Estos proyectos difieren de los otros en que los últimos conceden mucha importancia a la corriente fluvial y tratan de aumentarla disminuyendo la sección transversal del río, para el mayor poder de arrastre de los materiales. Esto puede ser contraproducente (y el gráfico de la figura 1 lo muestra), *ya que a mayor fuerza del río, mayor obstáculo encontrará la corriente litoral* y esto, unido a la desviación producida por el tajamar oriental, dará mayor aporte de material en las Bocas. En el gráfico de la figura 1, vemos que la cantidad de material depositado en la barra es mucho mayor en Diciembre a Marzo de 1952 a 1953, que en Diciembre de 1951 a Marzo de 1952, lo que se debe, como antes dijimos y acabamos de hacerlo notar, a la desviación por la prolongación del tajamar oriental de la corriente litoral y el correspondiente aumento de la corriente fluvial, lo que constituye un doble obstáculo a la tantas veces mencionada corriente litoral y favorece grandemente la deposición del material por ella arrastrado.

El proyecto del doctor Triana parece a este respecto más lógico en lo que al mejoramiento de las Bocas se refiere (que no en lo que a Puerto Colombia), ya que desvía la corriente mucho antes de llegar al río, con lo cual la deposición se efectúa antes de las Bocas, aun cuando, ello es cierto, queda la posibilidad del transporte del material depositado, a las mismas, si no se alcanza a depositar este material en las grandes profundidades, debido a la acción progresiva de la misma corriente. Tal vez lo indicado sería hacer una serie de diques escalonados, desde un punto situado bastante al este de Bocas de Cenizas, hasta otro punto situado del lado oriental de dichas bocas, o sea donde ahora se construye el tajamar oriental. Así se conseguiría detener por completo el arrastre de dicho material y su depósito en la barra, y se solucionaría definitivamente de un modo negativo el caso de Puerto Colombia, ya que se ayudaría a la erosión, tanto marina como eólica a *terminar* con dicho Puerto, negándole el aporte de material a las lenguas litorales, que actualmente lo defienden. (Ver figura 3). Como ya están construidos los tajamares oriental y occidental, únicamente bastaría experimentar con los otros diques al este, o también prolongar lo suficiente el tajamar oriental actual para que los sedimentos sean depositados en las grandes profundidades. Los proyectos que dan importancia a la corriente fluvial son los de Berger, Black Mac Keney and Stewart. A no ser que la reducción de sección sea de tal magnitud que el aumento en el poder de arrastre de la corriente fluvial sea capaz de transportar todo el material acarreado por la corriente

del actual tajamar oriental, al causar una desviación de la corriente bastante al oriente de las Bocas, puede originar una desviación más fuerte aún en las Bocas, depositando el material en las grandes profundidades. (Ver figura 5).

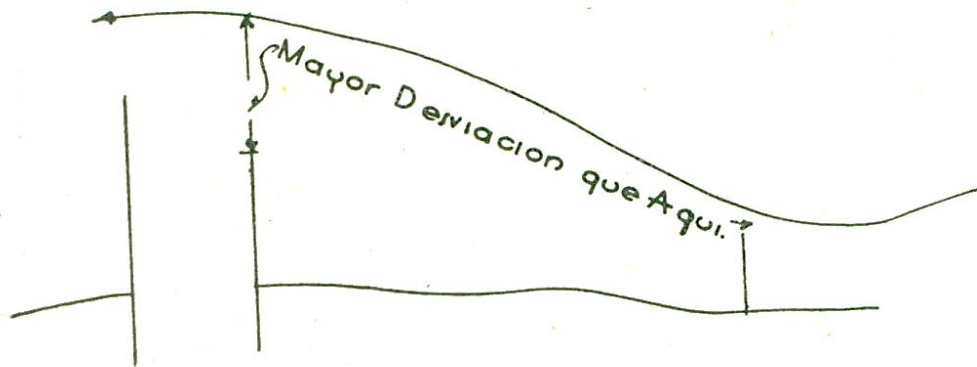


FIG. 5

El doctor Jorge Álvarez Lleras, al hablar del proyecto del doctor Triana, dice: "Se preocupa exclusivamente de esta defensa (la de la ribera occidental del río), sin parar mientes en que su ataja-arenas localizado como él lo supone, no tiene objeto alguno". Tal vez el doctor Lleras pensó en que al depositarse el material al Este de Bocas de Cenizas éste pudiera ser transportado (como arriba sugiero) hacia dichas Bocas, por la misma corriente litoral, al recuperar ésta su fuerza después de sufrir la desviación debida al ataja-arenas, ya que hay que tener en cuenta que entre dicho dique y las Bocas las olas también actúan. O quizás debido a que la sola desviación no baste, y deba ser ayudada por el obstáculo presentado por la corriente fluvial. Es por ello por lo que tal vez un sistema escalonado de diques, de los cuales el último fuera el tajamar oriental debidamente prolongado, eliminaría el transporte de material marino hasta las Bocas de Cenizas. En mi opinión, es este un punto que debe ser estudiado muy detalladamente, midiendo en el "terreno" las diferentes velocidades de la corriente litoral, su dirección, etc.

Es un hecho indiscutible que existe en la región de la costa al este y al oeste de Bocas de Cenizas una corriente litoral que va, generalmente, de este a oeste, y que dicha corriente acarrea grandes cantidades de material, y tanto es así, que todos los proyectos de obras en las Bocas mencionadas han tenido en cuenta dicho factor, si bien unos no le han dado la importancia que merece y otros, como el doctor Triana, han considerado su influencia como decisiva.

La influencia de ella se pone muy de manifiesto al estudiar el gráfico de la figura 1, que parece darle definitivamente la razón a los señores Haupt, Triana y la Sociedad Colombiana de Ingenieros.

Ello se aprecia en el hecho de que la cantidad de material depositado en la barra no disminuyó como debía disminuir tan pronto se comenzó a construir el tajamar oriental (a prolongarlo, mejor) a pesar de que su prolongación y la construcción de los espolones, por disminuir la sección transversal del río, debían al aumentar el poder de arrastre de éste, influir de manera notoria en la barra, limpiándola casi completamente. Ello no ocurrió. ((Ver en el gráfico la cantidad de material depositado, para los períodos de Diciembre de 1951 a Marzo de 1952, y de Diciembre de 1952 a Marzo de 1953. Esta última es *mayor*). El solo examen de los planos de sondeo en los meses de Diciembre a Marzo de 1951 a 1952 y de Diciembre a Marzo de 1952 a 1953, nos muestra que la barra es mucho mayor en este último período.

Esto nos está indicando que el solo aumento en la velocidad del río no basta (a no ser que se estreche mucho la distancia entre tajamares, lo que es peligroso por la socavación que pudiera ocurrir), sino que es necesario además (como lo afirma el doctor Triana), *detener las arenas acarreadas por la corriente litoral*. Es muy probable que a la pérdida de velocidad originada por la desviación producida en la corriente litoral por el tajamar oriental, se une el correspondiente aumento en la velocidad de la corriente fluvial, originado por la construcción de los espolones y del tajamar en cuestión. Este aumento en la velocidad de la corriente fluvial no ha sido suficiente para arrastrar las arenas acarreadas por la corriente litoral, pero sí ha podido constituir en cambio *un gran obstáculo* para ella obligándola a depositar en la barra el material que lleva.

Dice a respecto el doctor Álvarez Lleras: "Si en las Bocas de Cenizas llegara a predominar el arrastre del *sedimento del río*, cosa que sólo lo puede indicar *otra experiencia* análoga a la de Haupt, y que la *contradiga*, en el fenómeno de la formación de la barra, es claro que el tajamar del este, destinado únicamente a detener el *drift sand* de este a oeste, no bastaría para mantener abierto el canal...".

Al estudiar la influencia de la corriente fluvial, el doctor Álvarez Lleras dice lo siguiente, que viene a confirmar plenamente lo sostenido por el suscrito, en líneas anteriores: "Si no existieran el viento y las olas podría decirse que el encauzamiento de las aguas del río, calculado para un aumento de velocidad que impidiera la decantación indicada, sería suficiente. Mas, en la desembocadura del Magdalena hay que contar con las *olas y el viento* como *factores esencialísimos*, ya que son ellos la *causa única* de la deformación permanente de la costa y de que se *hayan venido cegando paulatinamente* aguas de buen fondo, como las de *Sabanilla, Salgar y Puerto Colombia*".

Vemos que el doctor Álvarez Lleras tenía una idea precisa de los fenómenos que se presentan en

dicha región, y que relacionó asimismo los hechos de Bocas de Cenizas, con los de Sabanilla, Salgar y Puerto Colombia, faltándole únicamente decir, para mayor precisión, en lugar de "se hayan venido cegando", "se hayan venido formando flechas litorales". Estos conceptos han sido por otra parte confirmados plenamente por los últimos acontecimientos, según hemos visto al través de este estudio.

Black Mac Keney and Stewart expresan: "Las olas arrastran las arenas de la margen de la playa al este de las Bocas del río, llevándolas luego en dirección oeste con movimiento intermitente. A esto concurre *la corriente de la playa* en dirección al oeste, que lleva consigo las arenas que revuelven las olas al romper". Los mismos señores hablan de *la corriente de la costa*, y dicen: "Esta acción de las olas y de la corriente de la costa produce un movimiento de la arena de la playa de este a oeste, que viene a formar una angosta playa arenosa en la parte de afuera de los manglares, *con brazos y ganchos* que se extienden del este en todas las aperturas de la costa como es de costumbre en playas formadas de esa manera".

Vemos, pues, claramente la influencia decisiva de la corriente de la costa en la formación de las flechas litorales, y asimismo la variación que en ellas debe necesariamente introducir la alteración de dicha corriente ya sea por factores naturales o artificiales (las obras de Bocas de Cenizas, en este último caso).

"La ingente obra de Bocas de Cenizas ha disminuido la sedimentación que antes recibía el lido. Ahora, por la canalización de la barra, el río Magdalena arroja sus detritus (palizadas, guijarros, arena, cieno), mucho más lejos de la costa en distancia superficial y mucho más hondamente, de modo que ya *la corriente marina* no lleva la crecida cantidad de sedimentos que acarreaaba antaño, de modo que la restinga, privada de aquella abundante alimentación detrítica, se ha debilitado". Frases del doctor Rafael Tovar Ariza, que confirman plenamente lo aquí sostenido, si bien el doctor Tovar considera que el material integrante de las flechas litorales es del río, siendo al parecer de origen marino. La disminución se debe al material arrastrado por la corriente mencionada desde puntos situados bastante al este de las Bocas, hasta el tajamar oriental, es decir, a todo el material de sedimentación aportado por la región de Salamanca (o puntos más al este aún) a Bocas de Cenizas, que es detenido por la disminución de velocidad causada por la desviación de la corriente al encontrar el tajamar oriental y luego al luchar con la fluvial. Además, el material aportado por el río tampoco sufre desplazamiento, por las mismas causas. De modo que al material fluvial hay que añadir el que acabamos de mencionar, con lo cual la pérdida es mayor, y al paso que las flechas se desplazan al oeste, como hemos visto, la barra en las Bocas aumenta.

A los hechos anteriores se podría agregar la influencia de un posible hundimiento de la costa, y al efecto copio algunos apartes de una carta que el R. P. Jesús Emilio Ramírez dirigió al suscrito: "Hay, por otra parte, datos geológicos y geográficos que indican, tanto en la costa misma, como en el interior de los Departamentos de Bolívar y Atlántico una paulatina disminución de nivel y sobre ello han escrito algunos geólogos como Link en su artículo *Post-Tertiary Strand Line Oscillations in the Caribbean Coast Area of Colombia, S. A.*

"Hace particularmente interesante este estudio el hecho de que en 1848 haya desaparecido gran parte de la península de Galerazamba, marcada especialmente en los mapas de entonces, y acerca de la cual hace una referencia el Coronel Joaquín Acosta".

Esta disminución de nivel, por ser sumamente lenta, debe traer modificaciones lentas también; de manera, que, aun cuando ella debe influir en los fenómenos de las variaciones de las flechas litorales, no explica por sí sola los cambios súbitos últimamente notados.

Volviendo a la influencia de las obras de Bocas de Cenizas en las flechas litorales, veamos lo que al respecto dice el Padre doctor Enrique Pérez Arbeláez: "Este proyecto puede fallar (las obras de Bocas de Cenizas), o bien porque la precipitación de las aguas del río no se logre en las profundidades apetecidas, o por la inestabilidad del mismo tajamar que irá cimentándose en fondos cada vez más profundos, o por la destrucción que provocará de las tierras, poblaciones y balnearios situados al poniente". Más claro no puede ser.

Pasemos ahora al origen de la corriente litoral y veamos asimismo su diferencia con ciertos fenómenos descritos por Black Mac Keney and Stewart como *Drift sand o Drift beach*, ya que ello aportará más conocimiento al problema que venimos estudiando. Para ello, resumiré brevemente las ideas que al respecto expone el doctor Jorge Álvarez Lleras en su trabajo *El Problema de Bocas de Cenizas*, publicado en la Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (Diciembre de 1944, Volumen VI, número 21).

En primer lugar el fenómeno del Drift sand ha sido expuesto en detalle por la Julius Berger Konsortium en un estudio titulado *Defensa de la Bahía de Puerto Colombia*, fechado el 17 de Diciembre de 1923. Las olas al llegar a la playa formando con la dirección de esta un ángulo agudo producen un movimiento del material en zig zag, ya que al chocar contra la orilla lo acarrearán en la dirección de su movimiento y al retirarse el material sigue la línea de pendiente de la orilla, o sea se mueve en dirección perpendicular a ella. (.Ver figura 6). Este fenómeno sólo se produce en la línea

de separación de agua y tierra y en sus inmediatos alrededores (línea de rompiente). A esta acción atribuye la mencionada firma el transporte del material.

Los señores Black Mac Keney and Stewart hablan de una corriente litoral de este a oeste, pero encontraron que en cierta ocasión dicha corriente cambió de dirección, esto es, se movía de oeste a este. Al referirse a la acción de ella dicen, como arriba lo vimos, que arrastra arenas en dirección oeste con movimiento intermitente.

Ahora bien, el doctor Jorge Álvarez Lleras, después de un detenido e interesante estudio matemático sobre las llamadas olas de traslación, llega a la conclusión de que son estas olas las que dan origen a la corriente litoral.

Dejando de lado (por la escasez de tiempo y de espacio), las fórmulas matemáticas, podemos resumir los hechos expuestos por el doctor Álvarez así: la corriente del golfo no puede ser sensible a una distancia de la costa de diez a doce kilómetros, y ello se desprende de la existencia de un banco de arena situado a siete kilómetros al norte de Bocas de Cenizas (el Historian, localizado por los señores Bellue, Latour y Joubert de Mazardy en 1878). Dicha corriente del golfo lleva la dirección este a oeste, y esta dirección es permanente, esto es, siempre va en dicho sentido y nunca en el contrario, de oeste a este, tal como en cierta ocasión lo notaron Black Mac Keney and Stewart en la corriente litoral. Por otra parte, para que exista una corriente permanente como la del golfo se necesitan vientos permanentes durante todo el tiempo y estos vientos han debido mantener la misma dirección durante *varios siglos*. Tal, no es el caso en la costa norte colombiana.

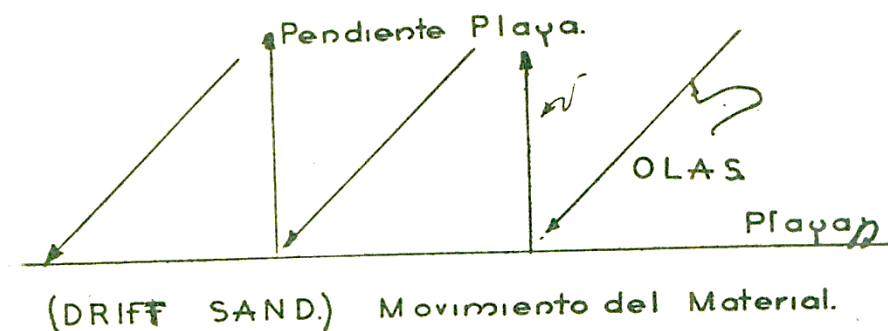


FIG. 6

La acción del Drift, se desarrolla únicamente en la línea de playa, o de rompientes, en tanto que la de la corriente litoral se deja sentir más allá, mar adentro. Por tanto, esta última debe tener su

origen en otras causas distintas del Drift y de la del golfo.

Cuando las olas en su movimiento hacia la playa alcanzan profundidades que guardan determinadas relaciones con la altura de ellas, el movimiento de las partículas de agua se transforma de circular en elipsoidal y finalmente se establece una verdadera traslación que da origen a una corriente. Es este el origen de la corriente litoral de que hemos hablado en este estudio. Ella no se manifiesta únicamente en la línea de rompientes (como lo hace el Drift Sand), sino también mar adentro según lo acabamos de explicar, y su dirección depende de la del viento, y su intensidad de la intensidad de éste. De ahí que en cierta ocasión ella variara de dirección. Y de ahí asimismo que en ciertos momentos ella sea capaz de hacer pasar el material que acarrea de un lado al otro del río, venciendo el obstáculo que la corriente de éste le presenta. Esto sucede cuando el viento arrecia.

Llegamos así al final casi de nuestro estudio y pasaremos ahora, basados en lo discutido hasta aquí, a estudiar cuáles podrían ser las obras de defensa que se deben acometer para salvar la región de Puerto Colombia.

Para ello, debemos considerar dos situaciones: *a)* Las obras de Bocas de Cenizas permanecerán como están, y *b)* Dichas obras seguirán adelantándose. En el primer caso seguramente la flecha que actualmente existe no seguirá desplazándose al oeste, sino por el contrario ella irá engrosando, por ser la manifestación del nuevo estado de equilibrio, y por tanto no se hace necesario ejecutar obra alguna, ya que la misma naturaleza se encargará de ello. En el segundo caso la flecha de Pradomar seguirá desplazándose al Oeste, y las obras deberán dirigirse a impedir dicho desplazamiento, aportando periódicamente nuevo material (aporte humano) o a la construcción de un espolón de material resistente. La draga al trabajar en las Bocas de Cenizas puede ayudar a la primera solución botando el material, no en las grandes profundidades, sino en sitios apropiados, cercanos a la actual flecha. La validez de estas obras no se puede prever por no serlo la variación que en la corriente litoral introduzcan las nuevas obras de las Bocas de Cenizas.

El proyecto de la Sociedad Colombiana de Ingenieros, a mi parecer, al mismo tiempo que salvaba las obras de Bocas defendía la bahía de Puerto Colombia ya que el material dragado podría echarse al oeste del río de donde fácilmente sería arrastrado por la corriente litoral a Sabanilla, Salgar y Puerto Colombia.

De otra parte si el dragado indicaba la no necesidad del tajamar oriental no había detenimiento del material. Pero... esto no se hizo!

Como solución intermedia queda la dada por el doctor Rafael Tovar Ariza en su estudio *Salgar y el Ataque Marino*, (Revista Geográfica del Atlántico, Vol. 1, No. 1), que copio a continuación:

"1. —Prohibir en redondo la tala del mangle, sin otorgar excusa alguna; acabo de ver varios mangles macheteados, muy recientemente.

"2. —Llevar a los sitios más afectados (o mejor frente a ellos) tan útil árbol, método que en las Guayanas, donde han afrontado en varias partes crisis iguales a las de Salgar, ha dado excelentes resultados.

"3. —Prohibir que, para leña (que suelen vender en las caleras) o cualesquiera otros usos, se quiten los palos que el mar arroja en los cordones litorales que ya están renovándose o en la playa. Tales maderos son espontáneas defensas naturales; en los Nebrung alemanes está vedado retirar un solo guijarro (infracción que se castiga severamente), y con más razón un objeto de tamaño mayor, como es un trozo; el 19 de Febrero vi dos camiones grandes, íntegramente cargados.

"4. —Reprimir con todo el rigor de la ley el uso de la dinamita, culpable principal del embate marino en Pueblo Viejo, pudiéndose por disposición oficial duplicar las penas concernientes, sea en virtud del actual estado de sitio o más sencillamente en atención al bien público.

"5. —Favorecer la formación de médanos; sirve cualquier obstáculo: palos sueltos (es otro ejemplo de su utilidad), piedras, etc. "Yo aconsejo que se lleven 50 o más bloques de caliza cavernosa y que se coloquen diseminados lo más posible, pero perpendiculares a barlovento, a fin de generar, en 20 días o menos, sendos embriones durares en las restingas que viniendo de Sabanilla se proyectan hacia Salgar. Cada bloque bastaría con que fuese de un cuarto de metro cúbico, y hasta de menores dimensiones.

"6. —No remover las algas de la albufera y menos todavía las de la playa y de los cordones litorales resurgentes. Son tan eficaces contra la abrasión, que han sido justamente comparados con el tren de blindaje de un acorazado. Conste que la dinamita las arranca, las despedaza y aún las extermina.

"7. —Tampoco remover los moluscos, en especial las ostras, ostiones, etc., pues desempeñan papel similar al de las algas; la pesca de estos animales debe prohibirse en la albufera y mar grande salgarinos".

Quiero hacer mención aquí de que los estudios y trabajos de Bocas de Cenizas, como bien lo anota el profesor doctor Álvarez Lleras, deberían encargarse a técnicos colombianos especializados en las universidades del exterior, a quienes se les remuneraría debidamente, dotando asimismo de un laboratorio hidráulico completo al campamento de Las Flores. Los ingenieros colombianos trabajarían allí con verdadero amor e interés, y podrían hacer experimentos y recoger datos, estudiarlos y compararlos tomándose todo el tiempo necesario, lo que es imposible para una casa contratista. Tales estudios no se deben restringir *al área de las Bocas*, sino que deben abarcar toda la costa norte colombiana al este de ellas, (por lo menos hasta Santa Marta), con un sondeo minucioso y periódico, indicando la localización de los bancos y flechas, un análisis de la velocidad de la corriente litoral a distintas profundidades, etc. Ellos deben igualmente extenderse hasta por lo menos Puerto Colombia.

Copio a continuación, para terminar este trabajo, las recomendaciones del doctor Álvarez Lleras, agregando a ellas la de un análisis detenido del material que compone las flechas litorales al oeste de Bocas de Cenizas, ya que por ejemplo, el suscrito ha encontrado partículas de mica, probablemente del mismo origen de las que se encuentran en las playas de Santa Marta, provenientes de la desintegración de la roca granítica de la Sierra Nevada, lo que viene a confirmar aún más los puntos aquí sostenidos.

Las recomendaciones del doctor Álvarez son:

"1. —La dirección e intensidad de los vientos durante todo el año, relacionándolas con datos semejantes que suministren otros observatorios del Mar Caribe, y esto durante un cierto número de años.

"2. —Las variaciones de la marea, independientemente de las fluctuaciones del nivel del río, juntamente con medidas precisas de la velocidad fluvial en el flujo y en el reflujo, durante las diversas épocas del año.

"3. —La cantidad de arena que puede arrojar el viento, en las circunstancias más desfavorables, sobre toda la extensión del río, desde Barranquilla hasta Bocas de Cenizas.

"4. —La salinidad de las aguas salobres que suben hasta Barranquilla, en las épocas de crecientes del río y en las secas. Esto durante varios años.

"5. —El descargue del río en diversas épocas, tomando datos de su velocidad media y anotando las

condiciones meteorológicas reinantes en el valle del Magdalena y en el Mar Caribe.

"6. —La composición de la barra en esas diversas épocas, en lo que se relaciona con los sedimentos fluviales y las arenas marítimas.

"7. —Las actuales condiciones en que se encuentre el banco señalado por la exploración francesa de 1877.

"8. —La localización de la corriente marítima del golfo en lo que respecta a nuestra costa sobre el Mar Caribe.

"9. —La efectividad de lo que indican las cartas malinas respecto de una contracorriente debida a la corriente del golfo, en proximidad a las Bocas de Ceniza.

"10. —Las fluctuaciones del nivel del río, por medio de fluviómetros convenientemente instalados en diversos lugares.

"11. —La dirección predominante de las olas en las épocas en que reinen los Alisios boreales.

"12. —La posibilidad de que se presenten vientos nortes de velocidad suficiente como para aumentar peligrosamente las rompientes en la boca.

"13. —La posibilidad de que ocurran vendavales capaces de levantar olas de fondo.

"14. —Las velocidades de la corriente del río sobre la barra, en diversas épocas, y las velocidades de las llamadas corrientes marítimas por Black, Mac Keney and Stewart, para calcular el arrastre de las oías.

"15. —La cantidad de sedimentos gruesos arrastrados por el Magdalena en las crecientes y en las secas, y la de los materiales en suspensión que se mantienen disueltos en el agua dulce".

Barranquilla, Agosto 12 de 1953.

ALBERTO HUYKE PRIETO,
Ingeniero Civil.

BIBLIOGRAFIA

- JORGE ALVAREZ LLERAS, "El Problema de Bocas de Cenizas".
RAFAEL TOVAR ARIZA, "Salgar y el Ataque Marino".
JULIUS BERGER KONSORTIUM, "Defensa de la Bahía de Puerto Colombia".
JOSEPH M. CALDWELL, "Preliminary Report on Shore Erosion in the Puerto Colombia Area".
ENRIQUE PEREZ ARBELAEZ, "Recursos Naturales de Colombia".

DOCUMENTOS

- Planos de Sondeos de Bocas de Cenizas.

