

LAGUNAS COLOMBIANAS

CONTRIBUCION A LA GEOMORFOLOGIA DE LA COSTA DEL MAR CARIBE
CON ALGUNAS OBSERVACIONES SOBRE LAS BOCAS DE CENIZA

H. C. RAASVELDT, Ph. D.*
ANTONIO TOMIC

y una aclaración glosológica por el profesor Vittore Pisani.

CONTENIDO

- I. Introducción.
- II. Breve descripción de siete lagunas de la costa colombiana del Mar Caribe.
 1. Las lagunas cerca de Camarones.
 2. La costa entre Riohacha y Manaure.
 3. La gran laguna entre Ciénaga y Barranquilla.
 4. Las lagunas al noroeste de Barranquilla. Bocas de Ceniza.
 5. La laguna de Galerazamba.
 6. La laguna de Tesca o de Cartagena.
 7. La laguna del Aguila.
- III. Factores que pueden contribuir en la formación de lagunas.
 1. Olas y ondas.
 2. La resaca.
 3. Alta y baja marea.
 4. El viento.
 5. Corrientes marinas.
 6. Levantamientos y hundimientos locales y regionales de la Costa.
 7. La forma local de la costa. "Puntos fijos".
 8. Desembocadura de ríos.
 9. Conclusiones.
- IV. Apéndice. ¿Qué es una laguna?

I. INTRODUCCION

Pocos países poseen la variedad de paisajes de Colombia. El conocimiento de la riqueza extraordinaria de las formas fisiográficas de este país aumentaría la atracción que ya ejerce sobre los visitantes cultos: turistas, geógrafos, artistas y amantes de la naturaleza en general, una vez inventariados sus aspectos principales. Pero hasta ahora estos aspectos no han podido ser descritos en una forma sistemática. Por la misma inmensidad de la tarea era imposible siquiera intentarlo en los siglos pasados y en este sentido no había variado la situación desde los días del Descubrimiento hasta hace unos pocos lustros.

Sólo la combinación de dos inventos relativamente recientes, la fotografía y la aviación, permitió emprender la tarea. Así la aerofotogrametría hace posible la elaboración de un mapa exacto del país dentro de un plazo razonable, empresa que está adelantando el *Instituto Geográfico de Colombia "Agustín Codazzi"*.

* El presente artículo fue elaborado por el doctor H. C. Raasveldt, quien desempeñaba el cargo de Jefe de la Sección de Foto-Geología del Servicio Geológico Nacional. El señor Antonio Tomic, distinguido cartógrafo y funcionario entonces del mismo instituto, colaboró en este trabajo magistral.

Sólo en virtud de poder abarcar con la mirada centenares de kilómetros cuadrados de diversas regiones, representadas nítidamente en unas cuantas fotografías aéreas yuxtapuestas en la mesa de dibujo y escudriñarlas en todos sus detalles planimétricos y orográficos mediante la imagen tridimensional que proporciona el estereoscopio, le es posible al estudioso darse cuenta del exuberante polimorfismo que caracteriza al territorio de esta nación, y luego contribuir con su labor cartográfica e interpretativa a que los colombianos se formen una idea más clara sobre los "rasgos faciales" verdaderos de su patria.

Durante el desempeño de nuestras tareas en la elaboración del mapa geológico de Colombia para el Ministerio de Minas y Petróleos, con base en las aerofotos facilitadas por el Instituto Geográfico "A.C." y por compañías de petróleo, hemos tenido el privilegio de contarnos entre los primeros interesados en ciencias naturales que han podido observar en conjunto varios fenómenos o grupos de fenómenos cuya descripción no encaja necesariamente en la labor geológico-cartográfica que nos fue encomendada por el Ministerio. No obstante

estamos convencidos de que su estudio y presentación al público es de gran interés científico, didáctico y a la postre también práctico. Porque cómo intentar un sólido planeamiento de la economía de un país sin tener una idea aproximada de cada uno de sus componentes fisiográficos? Convencidos de la utilidad de esta labor, no hemos vacilado en dedicar una buena parte de nuestro tiempo libre para llevarla a cabo en la mejor forma posible.

Desde las señeras cumbres de las cordilleras hasta las dilatadas costas y las líneas de contigüidad internacional, preséntanse muchísimas manifestaciones naturales cuyo origen, desarrollo y aspecto actual deben ser estudiados para poder aproximarnos al conocimiento de las características esenciales del territorio colombiano. Veremos que en él se exhibe un muestrario perfecto de formas fisiográficas que la Naturaleza se complació en reunir dentro de esta vitrina de más de un millón de kilómetros cuadrados. Tales fenómenos son por ejemplo: los abundantes rastros de las glaciaciones pleistocenas, las terrazas cuaternarias, los lagos de las montañas, las ciénagas del río Magdalena, las lagunas, etc.

Este sería el primer estudio de la serie que podría intitularse: "Grandes Unidades Morfogeológicas de Colombia" o "Fenómenos Sobresalientes de la Fisiografía Colombiana".

Si la Geografía retrata la superficie policroma del planeta y la Geología sondea sus entrañas convulsionadas, cuyas transformaciones sólo puede registrar la cámara lenta de millonadas de años, la Geomorfología participa en las actividades investigativas de las otras dos ciencias de la tierra. Con la ventaja de que los acontecimientos geológicos de que se ocupa la geomorfología son principalmente aquellos que siguen sucediendo ante nuestra vista, y los que se han desarrollado en los últimos "minutos" de la evolución de la vida terrestre, si toda la duración multiseccular de nuestro planeta la supusiéramos comprimida en el breve espacio de un año. Es esta la geología de la edad presente, cuyos efectos se producen en lapsos relativamente cortos y más accesibles al entendimiento. Por consiguiente la geomorfología se presta para desempeñar el papel de una introducción o clase elemental de la geología en general, con la ventaja para los estudiosos, en el caso del presente trabajo, de que se hace uso de ejemplos escogidos del territorio de esta República, y no de casos "traídos por los cabellos" desde otros países y otros continentes, como necesariamente ocurre en los libros de texto publicados en el exterior. Por lo tanto esperamos que esta serie de estudios logre interesar a un sector bastante amplio de lectores.

En el presente trabajo se describen las lagunas (lagosenadas o ciénagas-ensenadas marinas) más importantes de la costa colombiana del Mar Caribe y se discuten los procesos naturales que pueden contribuir a la formación de esas masas de agua. El lector de habla castellana, especialmente el colombiano, puede extrañarse del uso que de la palabra laguna se hace en estas páginas. Una justificación de esa palabra, tal como la aplicamos, se encuentra en un apéndice especialmente dedicado a este tema. Por el momento el lector puede considerarla como un sinónimo de lo que en España se designa con el nombre de albufera. Desde el primer capí-

tulo (II. 1) presentamos los fenómenos mismos que son los de importancia primaria, dejando para el apéndice el ensayo de desentrañar los aspectos más teóricos de la nomenclatura.

Hemos dedicado bastante atención a las figuras que acompañan el texto tratando de expresar en ellas la extraordinaria riqueza de formas que se encuentra en la costa colombiana (1).

Aun cuando con este estudio geomorfológico no hemos tenido otra finalidad que la de hacer conocer y apreciar ciertos aspectos de la incesante labor creativa y destructiva de la naturaleza, abrigamos la esperanza de que los temas tratados puedan contribuir también a aplicaciones prácticas cuando, con el tiempo, se trate de regularizar este libre juego de las fuerzas naturales y ponerlo al servicio del hombre.

II. BREVE DESCRIPCION DE SEIS LAGUNAS O GRUPOS DE LAGUNAS EN LA COSTA COLOMBIANA DEL MAR CARIBE

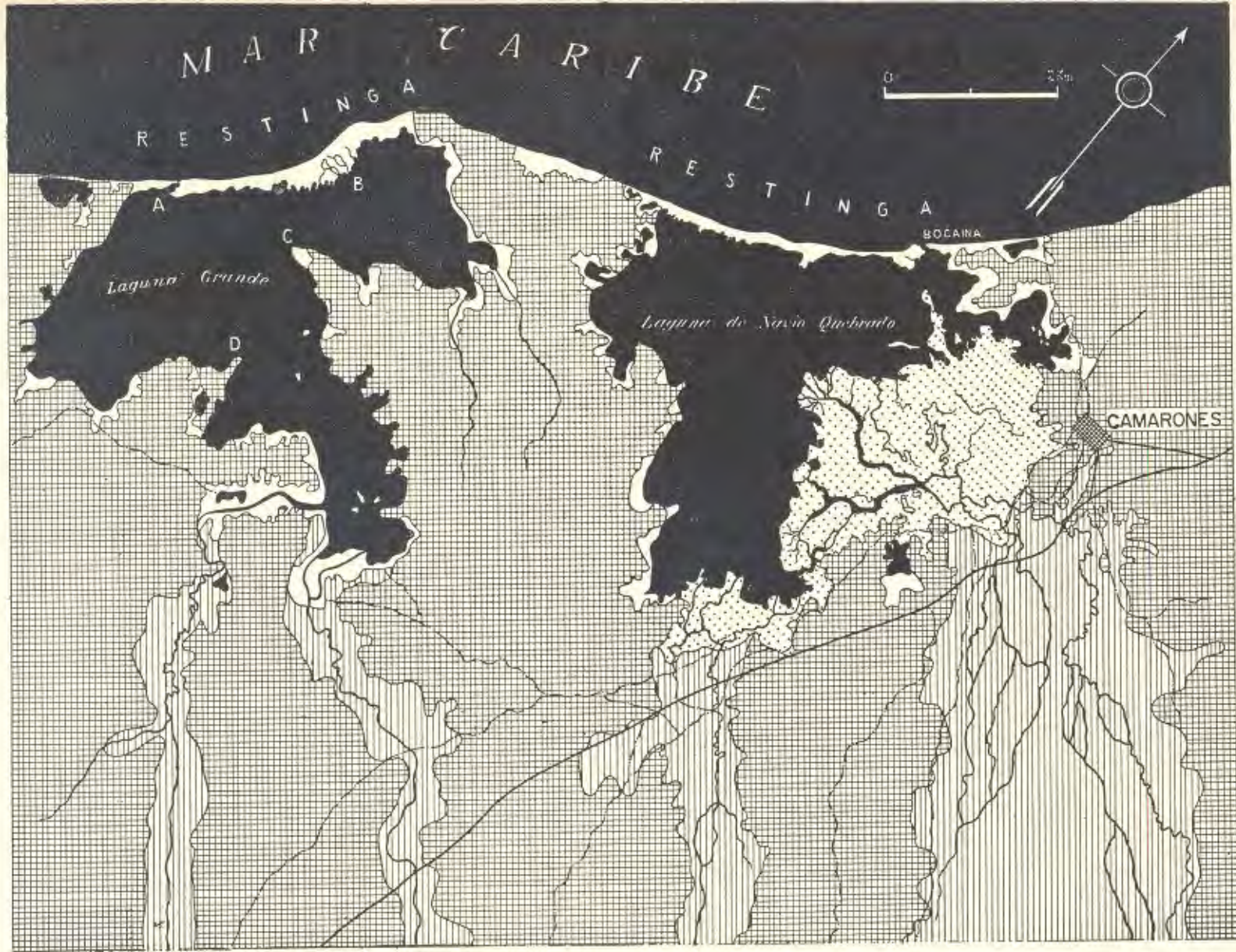
1) *Las lagunas cerca de Camarones.*

Una planicie de sedimentos terciarios, ligeramente inclinada hacia la costa, rodea estas lagunas (*Fig. 1*) y sobresale a manera de un escalón del nivel de ellas y del aluvión intermedio. Esta "bajiplanicie" terciaria que debe su forma a la acción abrasiva del mar, está cortada por unos valles de fondo plano, rellenos de material aluvial y desaguados por pequeños ríos o arroyos. El contacto entre las dos unidades morfológicas se presenta con declives bastante notables y hasta abruptos (el mencionado escalón) si se compara con las demás pendientes naturales de la región.

Las lagunas se encuentran a continuación de los valles y están separadas del mar por bajas barreras de arena (restingas o flechas), una de las cuales (la de Navío Quebrado) está claramente interrumpida por una abertura, boca o bocaina, por la cual el agua, aportada por el río, afluye al mar. La otra barrera tiene una pequeña ensenada cerca de A y muestra unos caños cerca de B, pero las bocainas que se encuentran en estas partes están separadas del mar por estrechas barras de arena y es obvio que los riachuelos que desembocan en la Laguna Grande no aportan suficiente agua para mantener las bocas continuamente abiertas contra la acción del mar. Otro hecho que indica la mayor importancia de los ríos que afluyen a la Laguna del Navío Quebrado es la formación de deltas, siendo además el del río oriental más importante que el del occidental. En el primero se notan especialmente las bifurcaciones amplias y poco profundas que divergen en varias direcciones como los dedos de la mano abierta. Este delta llenará con el tiempo la Laguna de Navío Quebrado, y así arrinconará y bloqueará el delta meridional de la misma laguna.

Otro delta puede formarse en la Laguna Grande cuando la parte que corresponde al valle inundado se haya rellenado con aluvión hasta la línea CD.

(1) La nomenclatura geográfica de estas figuras es incompleta y puede contener algunos errores a causa de las deficiencias y contradicciones de los mapas existentes.



Dib: José J. Parra

Figura 1. — LAGUNAS CERCA DE CAMARONES

- | | |
|---|---|
| 1. Carretera | 5. Aluvión más antiguo depositado por los ríos. |
| 2. Camino | 6. Deltas recientes. |
| 3. Mar, agua salobre o dulce de las lagunas y laguitos. | 7. Aluvión joven, incluidas las restingas. |
| 4. Sedimentos más antiguos (Terciario). | |

2) La costa entre Riohacha y Manaure.

Esta parte de la costa (Fig. 2), es especialmente interesante por su complejidad y la presencia de muchos fenómenos naturales relacionados con la formación de lagunas. Las lagunas se extienden en una franja entre la línea de la costa y un plano ligeramente inclinado hacia el mar. Este plano termina bruscamente por donde empiezan los playones y forma allá un declive de uno o varios metros. Consta de una capa delgada de arcillas, margas y arenas coralíferas y conchíferas de edad cuaternaria o pliocena bastante reciente que recubre los sedimentos terciarios mencionados anteriormente en la descripción de las lagunas de Camarones, recubrimiento que empieza inmediatamente desde esta población hacia el oriente.

La reciente terraza marina fue posteriormente cubierta por arenas transportadas por el viento. El espesor de la arena es muy variable; puede faltar casi completamente en ciertas partes y amontonarse en otras, hasta formar dunas, cuya dirección aproximada es E-W. El conjunto de fenómenos relacionado con el amontonamiento de arena, y estudiado regionalmente desde la Guajira hasta Cartagena, prueba que se trata de dunas longitudinales cuyos ejes coinciden con la dirección más frecuente de los vientos o sea E-W. Este rumbo de los vientos también está indicado por la posición de la pista principal del aeropuerto de Riohacha.

El viento que amontona localmente la arena, hasta formar dunas, la quita en otros sitios con resultado contrario, ocasionando depresiones a veces tan bajas que queda descubierta la superficie de los sedimentos marinos recientes debajo de las arenas (deflación o denudación eólica). Estas depresiones se llenan de agua durante el invierno, formando pantanos y una delgada capa de material aluvial (figura 2, símbolo 12), lo cual indica que el subsuelo marino, en ciertas partes, es poco permeable para el agua.

La superficie plana y ligeramente elevada de los sedimentos marinos está interrumpida y sustituida por varias fajas de aluviones formadas a los lados de los ríos. En la zona bastante amplia que está situada al oriente de Riohacha, se pueden observar numerosos tramos de antiguos cursos de ríos, como también meandros abandonados.

La ausencia de apreciables amontonamientos de arena indica que las dunas se han formado antes del plano aluvial y que ellas están ahora inmóviles y estables a causa de la vegetación que las cubre. Donde la vegetación está menos arraigada, el viento ahondó zonas largas y estrechas (fajas de deflación) que pueden apreciarse especialmente en la parte inferior de la figura 2 (símbolo 11).

Las lagunas más importantes son las de Manaure (G), de Chuchupa (F) y la laguna cerca de Riohacha (B). A la primera entra el río más importante de la región, que pasa cerca de Uribia; a la segunda entra un riachuelo menos importante mientras que la tercera no tiene conexión directa con ningún afluente. Las lagunas entre D y Manaure están todas en la playa y se les puede calificar como *lagunas playeras*, mientras que la laguna de Riohacha (B) tiene otro carácter y todas éstas en conjunto son diferentes de las de Camarones que están encerradas por abruptos declives.

En las lagunas al occidente de la de Manaure, (hasta el río entre C y D), se encuentran abundantes arrecifes de corales o moluscos que faltan por completo en la laguna de Manaure. Esto se puede explicar por el hecho de que un río de cierta importancia entra en la última, enturbiando el agua de la laguna y creando así condiciones poco favorables para el desarrollo de tales colonias orgánicas. Todas estas lagunas, como también aquellas hacia el oriente ya casi completamente rellenas por depósitos aluviales, están separadas del mar por una barrera de arena. Esta barrera muestra estrías en las fotografías aéreas. Las estrías son en general paralelas a la costa, pero se pueden observar también grupos de líneas cortadas, de manera discordante, por otras. Estas líneas se manifiestan en el terreno como pequeñas elevaciones alargadas y separadas por depresiones, a veces con cañitos llenos de agua. Para llegar a la propia playa puede ser necesario atravesar esta zona en zig-zag, siguiendo las elevaciones y buscando las partes sobresalientes y secas entre las depresiones².

3) La gran laguna entre Ciénaga y Barranquilla.

La "Ciénaga" de Sta. Marta (Fig. 3) representa el fenómeno lagunar más grande e importante del país. Yace en una depresión natural, circundada por formaciones de edad terciaria y en parte pleistocena en el oeste y en el sur, formaciones que son topográficamente más altas y que determinan el límite de los fenómenos del más reciente Cuaternario (Holoceno)³ los cuales son objeto del presente estudio. La depresión holocena está limitada en el E por los promontorios de la Sierra Nevada de Santa Marta, de los cuales se ha señalado solamente la parte más occidental cerca de Ciénaga. La superficie más grande de agua libre que mide unos 20 por 25 km., está rodeada por vegetación hidrófila (mangle) que la separa de varias otras masas de agua que localmente se llaman ciénagas, y de las cuales las más importantes llevan los nombres indicados en el mapa.

Una barrera de arena que se extiende desde las Bocas de Ceniza hasta Ciénaga sobre un trecho de unos 65 km, separa la laguna del mar abierto. En tiempo de crecidas esta barrera debe tener varias interrupciones (bocas) pero la bocaina propiamente dicha se encuentra inmediatamente al oeste de Ciénaga. Los vientos que

² Comunicación oral del Doctor J. H. Edelman, Ingeniero Hidráulico, Técnico de la F.A.O., quien visitó esta región.

³ Representa el Cuaternario el último millón de años de la historia terrestre, el Holoceno comprende los últimos 10.000 años, o sea apenas una centésima parte de la duración del Cuaternario.

Figura 2. — LAGUNAS ENTRE RIOHACHA Y MANAURE

1. Agua (mar y lagunas).
2. Pantanos.
3. Salinas de Manaure.
4. Líneas de crecimiento del litoral (orillares) en restingas y barras.
5. Playones.
6. Bancos de corales o moluscos.
7. Aluviones formados por los ríos.
8. Plano de abrasión del Terciario, inclinado hacia el mar donde forma un pequeño declive.
9. Dunas.
10. Capa delgada de arena que cubre el área N° 8.
11. Fajas de deflación.
12. Fajas de deflación cubiertas por una delgada capa de aluvión.

vienen generalmente del NE (indicados con las flechas) transportan la arena de la playa hacia el SW. Estas arenas transportadas recubren la barrera de la laguna en muchas partes, aumentando su altura, sin que se formen propiamente dunas.

El Río Magdalena corre al oeste de la laguna cerca del borde del terreno terciario y cuaternario antiguo, ligeramente más elevado. Hay abundantes indicaciones de que el Río Magdalena o sus brazos entraban antes a la laguna o se acercaron mucho a ella. Los viejos cauces, todos indicados en el croquis, forman un conjunto complejo que demuestra claramente la actividad infatigable de un río que trata de formar un plano aluvial. Entre el laberinto de líneas se destacan dos clases:

1) las de estos viejos cauces propiamente dichos,

2) las huellas de los antiguos bordes de los ríos ("orillares").

Las primeras son menos frecuentes, más anchas y serpentean irregularmente; las últimas forman sistemas de muchas líneas delgadas, en cierto modo casi paralelas, menos curvas, con frecuentes discordancias y un alineamiento "romboidal". Las dos clases de líneas se pueden observar con frecuencia en fotografías aéreas de muchos ríos colombianos, especialmente en sus cursos inferiores. Sería tal vez conveniente hacer alguna aclaración acerca del carácter y origen de ambos sistemas.

1) *Los viejos cauces.* El origen de esta primera clase de líneas se puede apreciar mejor en las muchas ciénagas que se encuentran a ambos lados del Río Magdalena. Estas ciénagas están frecuentemente atravesadas

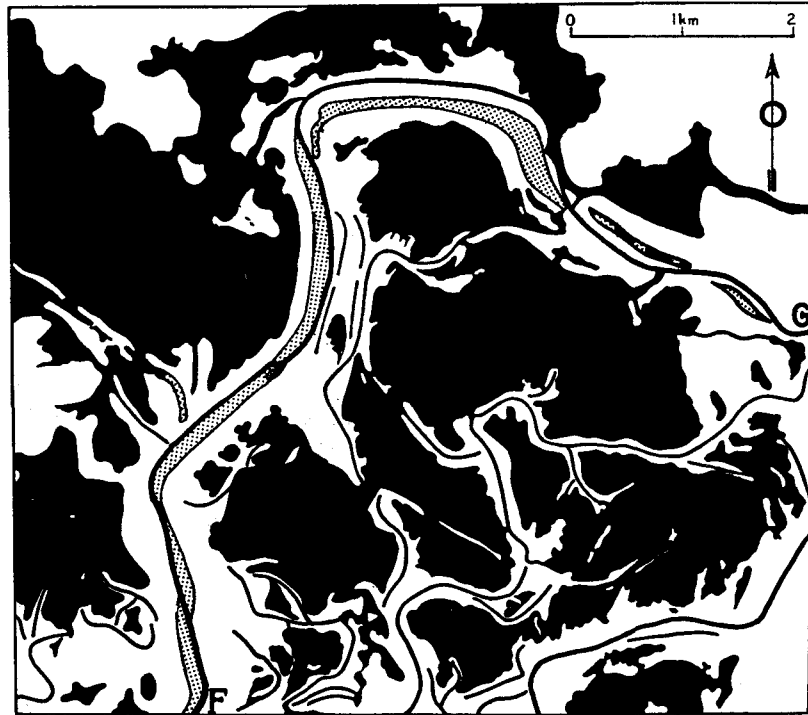


Figura 4a — FRAGMENTO TÍPICO DE UNA CIÉNAGA. SUROESTE DE MAGANGUE

Convenciones:

Negro. — Ciénagas y caños (agua).

Blanco. — Terreno que sobresale del agua, con sus caños-terraplenes.

Punteado. — Cauce viejo del caño F-G., ahora casi abandonado por haberse vuelto su lecho demasiado alto.

por estrechas fajas de tierra que se curvan en todas direcciones y en cuyo centro se encuentra el lecho de un riachuelo (Fig. 4a). A base de esta observación no es difícil reconstruir su origen de la siguiente manera: la corriente de agua de un afluente que entra a una ciénaga continúa todavía avanzando cierto trecho, en medio de esta masa de agua quieta (Fig. 4b). Es obvio que el material en suspensión se depositará en mayor proporción a los lados de la corriente donde ella hace contacto con el agua quieta de la laguna. Así se forman dos riberas o bordes sub-acuáticos que se elevan con el tiempo hasta llegar a la superficie del agua de modo que la corriente obtiene un lecho ya bien definido. Durante el tiempo de lluvia se desborda la corriente elevándose aún más los bordes y el lecho por la deposición del lodo en suspensión. De esta manera se originan las fajas secas a ambos lados de la corriente, fajas que

cruzan la ciénaga en muchas direcciones. Cuando las riberas y el lecho del riachuelo ya se vuelven demasiado altos, el agua busca un nuevo cauce y se repite el fenómeno en otro lugar, hasta que toda la ciénaga se haya rellenado de aluvión. Porciones de viejos cauces van siendo cubiertas por deposiciones aluviales en diversas fases subsiguientes. En cambio varias áreas cenagosas quedan olvidadas, porque el proceso es general pero imperfecto. A este proceso podríamos llamarlo "formación de planos aluviales por desbordamiento de corrientes". Resultan unidades morfológicas como las que exhiben las zonas A-B, C-D-E y F-G de la Fig. 3.

2) *Los orillares* (o cordones de desplazamientos ribereños). Para explicar esta clase de líneas partimos más convenientemente del trecho de un río que al principio casi recto (Fig. 5a) se transforma en un meandro, sucediéndose las fases 1, 2 y 3. En las partes interiores, cónca-

vas, de las curvas (i) se depositarán los sedimentos, siendo estas las partes más tranquilas y más alejadas del hilo de la corriente, mientras que la erosión obra en las partes exteriores y convexas (e) más cercanas del hilo de la corriente (señalado en la fase 3). Cuando el río está crecido se depositará más material que cuando está bajo, y así se forman sucesivamente las elevaciones curvas y alargadas, que hemos llamado, en espera de una mejor expresión, "orillares". Estas líneas elevadas hacen un conjunto como el indicado en la Fig. 5b; el número 1 corresponde a la ribera derecha del río en la fase 1, el 2 a la ribera derecha en la fase 2 (de la Fig. 5a). Estas líneas elevadas en forma de hoz ya fueron observadas por Melton, quien las llamó "scrolls" (volutas), y que nosotros llamamos "los orillares"⁴.

Las curvas de un río son en general irregulares y pueden desplazarse no sólo hacia los lados sino también

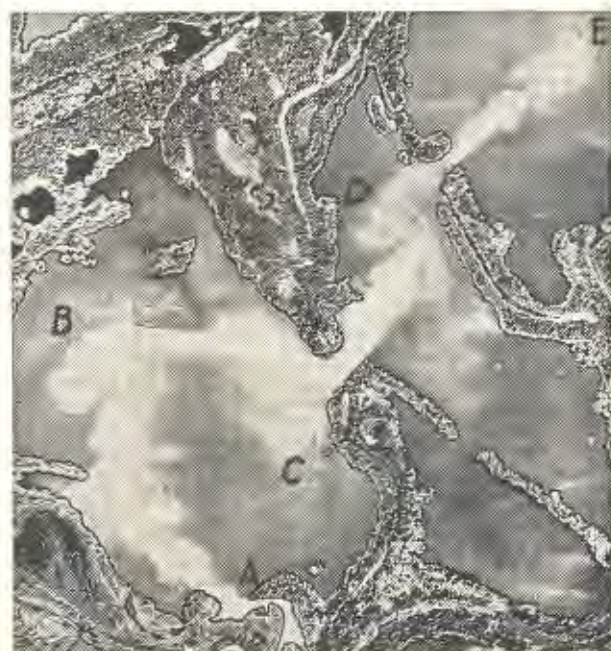


Figura 4b. — FOTOGRAFIA AEREA DE LA MISMA AREA DE 4a.

Nótese la corriente límnica de agua lodosa A-B-C-D-E. Aquí presentamos el nacimiento de un caño-terraplén. El agua del caño F-G (Fig. 4a) está buscando una nueva salida.

al mismo tiempo corriente abajo, hacia la desembocadura. En tal caso el río corta los orillares anteriores, como lo muestra un fragmento del Río Magdalena cerca de Magangué (Fig. 6a), estado que puede haberse producido según el esquema de la Figura 6b, en la cual 1, 2 y 3 son, de nuevo, tres fases escogidas entre las muchas posiciones del río, siendo la fase 1 anterior a la 2, y la 2 anterior a la 3. En situaciones semejantes pueden formarse nuevas líneas y efectuarse una "discordancia", en la cual las líneas cortadas son siempre las más viejas. De tal manera se pueden distinguir a menudo grupos de alineamientos de diferentes edades como por ejemplo en el Río Magdalena cerca de Real Obispo, representados esquemáticamente en la Fig. 7, en la cual un grupo 1 es más viejo que 2, y 2 más viejo que 3, etc. Orillares semejantes se presentan también en islas. Una de las secciones de la Fig. 7 indica la relación entre las líneas

⁴ Dice el Diccionario Sopena: orillar, m. (de borde, orilla) = borde.

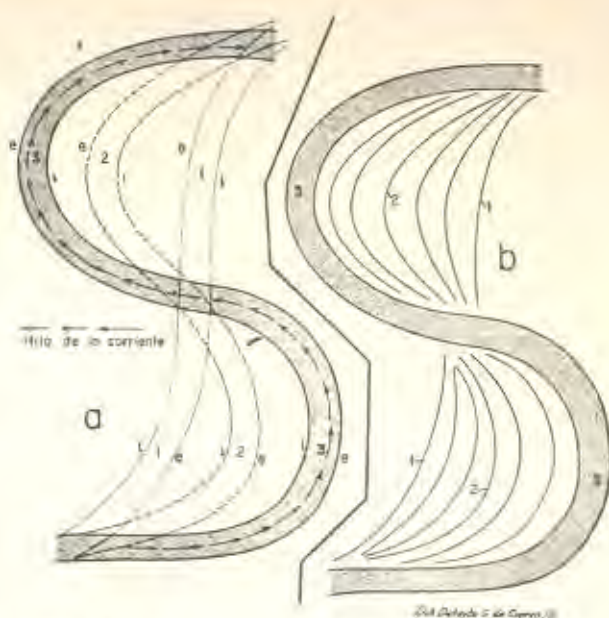


Figura 5. — Los esquemas a y b explican cómo el río va formando los orillares.

sin, y el otro con, discordancia. Los depósitos clásticos que corresponden a las partes que sobresalen en el terreno deben ser de grano más grueso porque fueron depositados durante el tiempo en que la corriente del río era más alta y tormentosa. Los depósitos correspondientes a las depresiones entre los orillares son más arcillosos y de grano más fino. Para aumentar la claridad de las secciones los estratos están dibujados con mucha mayor inclinación de la que tienen en realidad.

De la figura se puede deducir que no es propiamente necesario que el río tenga curvas apreciables, ya que los orillares se presentan también en partes relativamente rectas. Los orillares en cierto sentido representan líneas de igual tiempo (isócronas) como la estratificación en los sedimentos. Teóricamente permiten reconstruir el curso que tenía el río durante cierto tiempo, pero en la práctica deben afrontarse infinitas complicaciones al intentar esa reconstrucción.

Tales líneas de los orillares pueden apreciarse en las zonas H-J-K, entre las previamente citadas zonas A-B

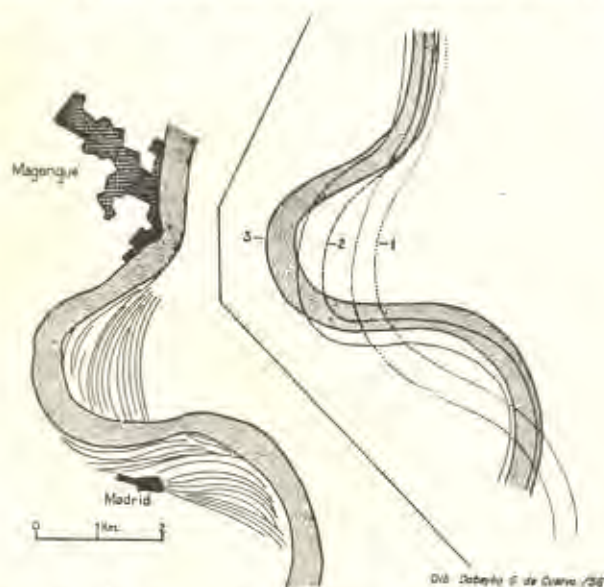


Figura 6. — Análisis de las líneas de orillares a ambos lados del Río Magdalena cerca de Magangué. Diagramas a y b.

y C-D-E, y además a lo largo del Río Magdalena (Fig. 3).

Los orillares de las barreras de la Fig. 2 se explican de modo semejante. Las rayas sugieren en este caso que hubo corrientes de apreciable fuerza a lo largo de la costa.

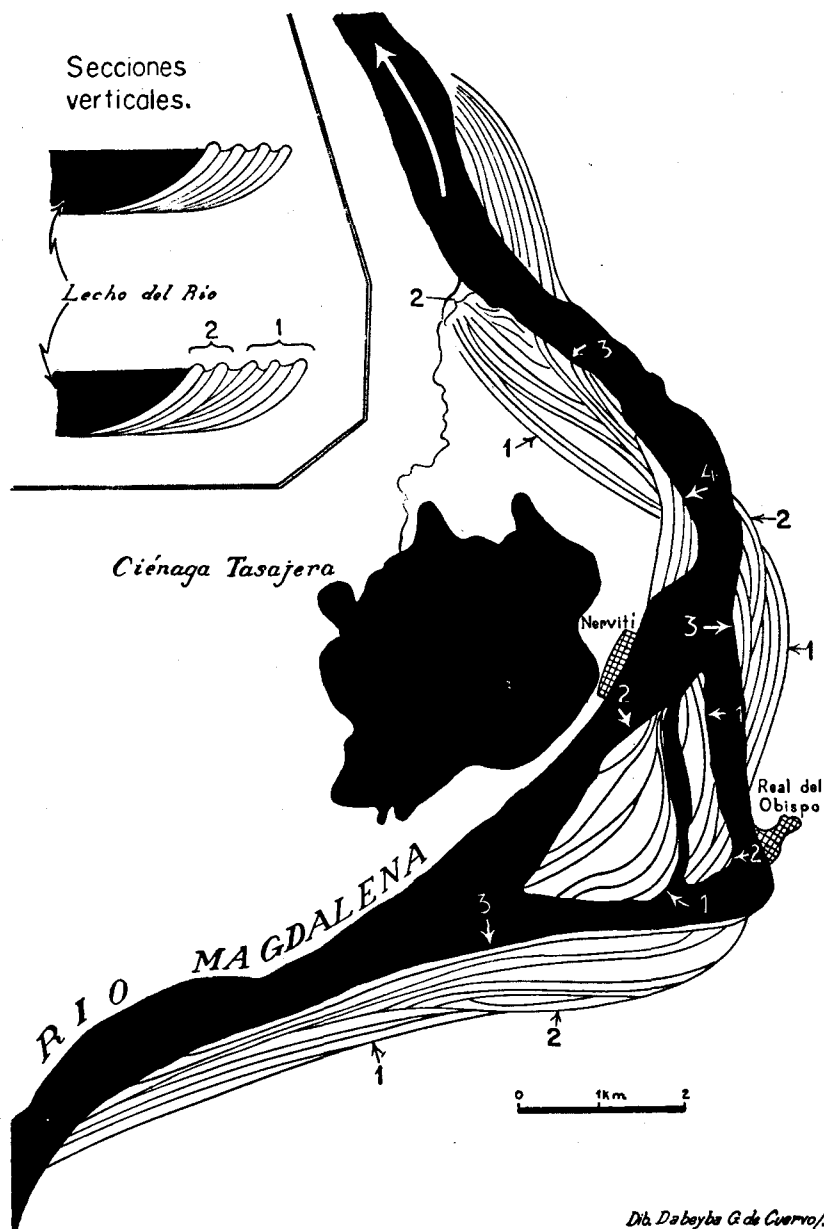
El conjunto de los orillares de un área acaba por presentar una configuración que en una sección vertical se llamaría "estratificación cruzada". Al aparecer ésta en sedimentos ello indica que fueron depositados en condiciones semejantes a las descritas más arriba, es decir que se trata de deposiciones fluviales, aunque, evidentemente, también pueden ocurrir en un litoral.

4) Las lagunas al noroeste de Barranquilla.

La región al occidente de la desembocadura del Río Magdalena (Fig. 8) está constituida en gran parte por formaciones del Terciario Superior a las cuales corresponde también el espolón de tierra firme (Sabanilla), la máxima avanzada hacia el norte y el mar Caribe de

toda la región al poniente del Magdalena. Litológicamente el Terciario puede subdividirse en dos complejos indicados separadamente en el mapa. En el complejo superior abundan horizontes de areniscas, a menudo gruesas y conglomeráticas, alternadas por calizas y margas porosas, coralíferas y de aspecto bastante reciente (Mio-Plioceno). En el inferior predominan arcillas, eventualmente margosas, arcillas arenosas, y algunas areniscas intercaladas. Es en el horizonte superior donde se encuentran las canteras que producen los materiales naturales más valiosos de la región: piedra calcárea y conglomerados cementados en general con carbonato de calcio. Son especialmente estos últimos los que han servido para la construcción de los tajamares de Bocas de Ceniza y aun cuando de calidad inferior para tales obras, es ciertamente el material más cercano a las construcciones y por esta razón el menos caro en lo que se refiere al transporte.

Los estratos están en general levemente inclinados, buzando hacia el NW, N y NE en la mitad derecha del mapa. Esto indica la presencia de un amplio anti-



Dib. Dabeyba G de Cuervo/SS

Figura 7. — Las orillas del Río Magdalena cerca de Real Obispo. Ejemplo de sistemas discordantes de orillares, de edades diferentes.

clinal, cuyo eje buza hacia el NNE. La ciudad de Barranquilla está construida sobre dos horizontes margosos y calcáreos inclinados unos 6 grados al NE; el inferior aflora en la margen occidental de la ciudad y es bien notable en Las Ceibas de Rondón a ambos lados de la carretera de "La Cordialidad" a Cartagena donde ésta empieza a bajar y pasa por un corte excavado dentro de este horizonte; el otro, bien notable, cruza la ciudad en dirección SE-NW. Estos dos horizontes pasan debajo de los aluviones del Río Magdalena que los cubre discordantemente.

La mitad izquierda del mapa muestra una tectónica más caótica, que refleja la del subsuelo. Dos direcciones predominan, la mencionada NNE y otra, WNW, perpendicular a la primera. Los plegamientos irregulares son aquí, en gran parte, un reflejo de las fallas del subsuelo que se convierten en flexuras⁵ hacia arriba.

En el núcleo del mencionado anticlinal se formó el plano aluvial de Arroyo León, A. Grande, A. Caña, A. Galapa, A. San Luis, etc. con un ramal que pasa por la Ciénaga de Sabanillita (al SE de Sabanilla). Planos aluviales más pequeños se encuentran a ambos lados de Puerto Colombia, pero estos están más elevados, son más bien terrazas formadas por un levantamiento local del subsuelo o por estar el nivel del mar más alto durante su formación.

Las lagunas se encuentran al norte de los afloramientos del Terciario, que terminan en una línea E-W, algo cóncava hacia el norte, línea que pasa por Sabanilla-La Playa-Las Flores. Estas lagunas son muy irregulares, y varias barras de aluviones, algunas bien firmes y otras cenagosas, en parte a flor de agua, separan un gran número de cuencas. Es obvio que las barras divisorias se formaron durante varias etapas sucesivas, pero todo el conjunto está separado del mar por una restinga bien clara con una bocaina aproximadamente a 5 kilómetros en dirección NW desde La Playa.

Esta región en la inmediata vecindad de la desembocadura del Río Magdalena nos permite dirigir una mirada al laboratorio de la naturaleza, que sin fatiga crea siempre nuevas formas y las destruye apenas terminadas como si ya estuviera aburrida de ellas, sustituyéndolas por otras de diferente aspecto. Que se produjeron variaciones en la costa de esta región es un hecho conocido, pero de los mapas publicados hasta ahora no se podía obtener una idea aproximadamente correcta de los cambios. Que los mapas existentes no son fidedignos y simplemente incorrectos, se puede generalmente apreciar de una sola ojeada. La presentación del brazo "Río Viejo" en todos los mapas anteriores, para nombrar un solo ejemplo, es simplemente errónea, porque a base de los hechos geomorfológicos se puede concluir con absoluta seguridad que la configuración nunca fue tal como lo muestran aquellos mapas, ni en los tiempos de la Conquista, ni después. Aquellos datos cartográficos carecen prácticamente de valor para juzgar sobre los cambios acaecidos. Es entonces una circunstancia muy favorable el disponer ahora de unas series de fotografías aéreas tomadas en distintos años, que posibilitan investigar con exactitud las variaciones de la costa en casi dos decenios. En el

mapa de la figura 8 se presenta la costa como era en el mes de diciembre de 1953 y además, superpuesta, la costa de diciembre de 1937 es decir con un intervalo de 16 años.

Los mayores cambios en la costa son los siguientes: está destruida la barra que se dirigía desde la punta de Sabanilla hacia el SSW para luego girar hacia el oeste (Punta Balilla o Velilla-Isla Verde) pasando un poco al norte de Salgar. En su lugar se desarrollaron tres islas, dos de las cuales están cerca de Miramar-Puerto Colombia a una apreciable distancia de la antigua barra. El mar entonces no sólo rompió la barra sino que muestra además una clara tendencia a llevarse todo el material clástico en la dirección general de las corrientes marinas de la costa del Caribe, es decir en dirección SW. Es muy probable que el fenómeno se repita periódicamente y que barras semejantes vayan siendo construidas y luego destruidas. Ya se puede observar la formación de una nueva barra anclada en la misma Punta de Sabanilla.

Al NE de Sabanilla la costa se curvaba anteriormente más adentro que hoy día, pero más lejos, al norte de la Isla de la Ceiba, (situada al N de La Playa) el mar avanza rápidamente hacia el sur. Durante diez y seis años la costa ha retrocedido aquí una distancia de casi 2 km, o sea aproximadamente un promedio de 100 metros por año. Si sigue avanzando con el mismo ritmo la costa podría llegar en unos 50 años a La Playa, aunque no es muy probable que el mar continúe avanzando hasta ese lugar. Sin embargo el desplazamiento de la costa hacia el sur puede constituir un grave peligro para el tajarar occidental de Bocas de Ceniza (dique de Boyacá).

La costa de la Punta Faro, en contraste con la anterior, está creciendo lenta pero regularmente (ver Fig. 9). Cambios notables han ocurrido también en las propias Bocas de Ceniza en la ribera oriental del río Magdalena, inmediatamente al oeste de la Punta Caimán y la Ciénaga de Punta Faro. Aquí se depositó

Figura 8. — BARRANQUILLA Y ALREDEDORES

Convenciones:

1. Agua (lagunas, ciénagas, ríos).
2. Vegetación hidrófila (manglares).
3. Planos aluviales de arroyos secundarios.
4. Aluviones formados por el Río Magdalena.
5. Bancos de lodo, frecuentemente debajo del agua.
6. (blanco) Playones, restingas, barras e islas formadas de lodo aportado por el Río Magdalena.
7. Arena que el viento lleva desde la playa costa adentro. (E de Bocas de Ceniza). Las flechas indican la dirección predominante del viento.
8. Acumulaciones más viejas de arena, ahora inmóviles. Deducido morfológicamente.
9. Arenas y dunas depositadas por el viento sobre aluvión.
10. Arenas y dunas depositadas por el viento, sobre afloramientos del Terciario.
11. Material detrítico de ladera.
12. Horizonte inferior del Terciario superior (Mioceno).
13. Horizonte superior del Terciario (Mio-Plioceno).
14. Terreno sumergido y consumido por el mar.
15. Terrenos que se formaron en Bocas de Ceniza desde 1937.
16. Canteras.
17. Rumbos y buzamientos (a), a veces casi horizontales (b), con flechas (c).
18. Represas (diques).

⁵ Irizarry.—En el "Chambers, Diccionario Tecnológico Español-Inglés", encontramos: "flexura" y "flexuoso" empleados como términos de la zoología y de la botánica, ya introducidos al castellano.

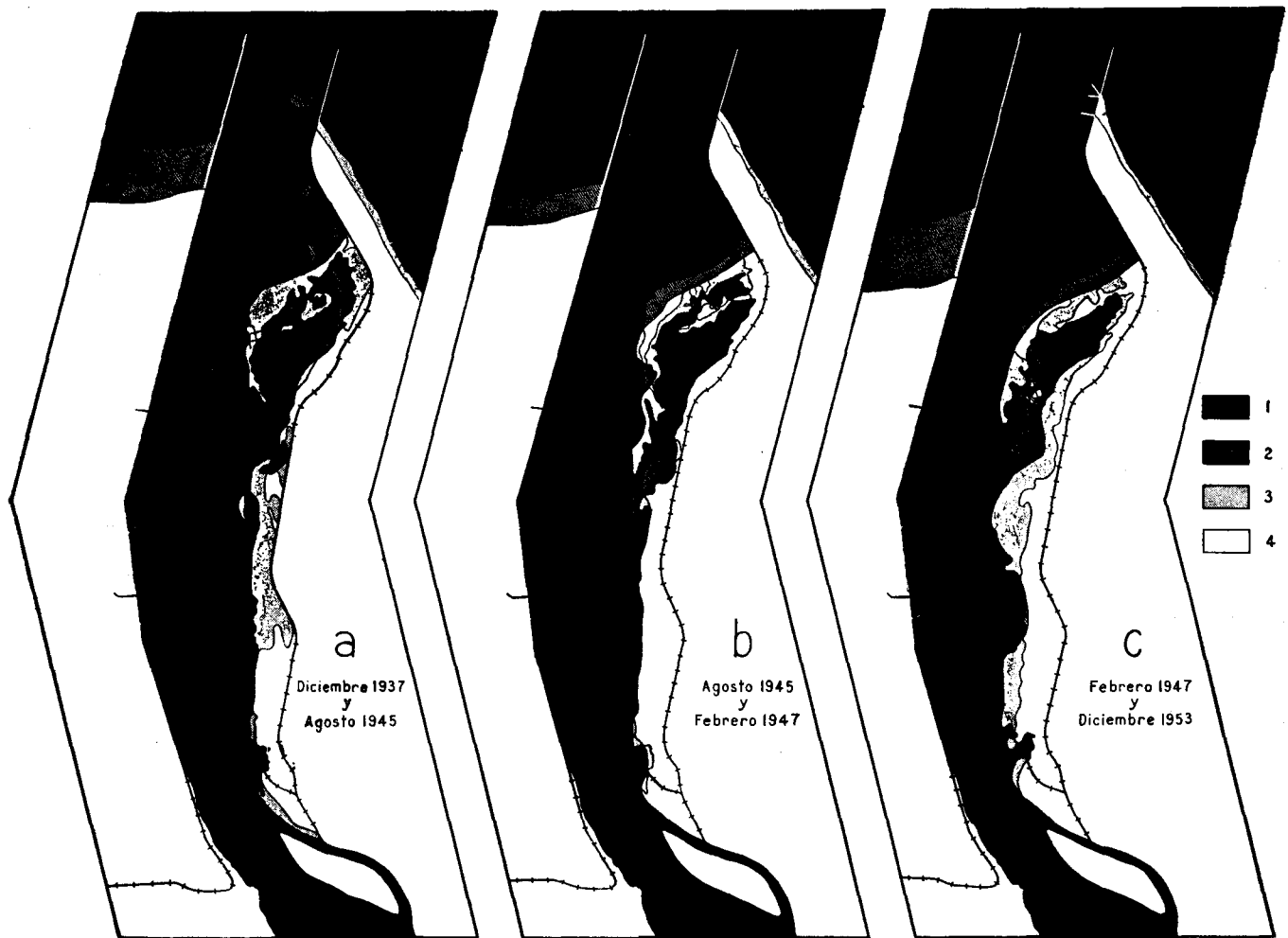


Figura 9. — Bocas de Ceniza.

en el curso del tiempo una apreciable cantidad de sedimentos y es un detalle muy curioso que el estudio atento de las fotografías aéreas indica que los sedimentos se están moviendo río arriba. Esto lo demuestran claramente los tres diagramas de que se compone la Fig. 9. En cada diagrama (a, b y c) hemos superpuesto los planos de las riberas correspondientes a dos fechas en que se tomaron las fotografías aéreas:

La Fig. 9a representa una comparación de las situaciones de diciembre de 1937 con agosto de 1945, lapso de 92 meses; Fig. 9b la de agosto de 1945 con febrero de 1947, lapso de 18 meses; y la Fig. 9c la de febrero de 1947 con diciembre de 1953 lapso de 106 meses.

En cada fracción de la figura se indicaron los siguientes 4 casos posibles:

- 1) Superficie del mar o del agua no variada entre las dos fechas (en negro).
- 2) Terreno firme no variado (en blanco).
- 3) Sedimentos ocupados por el agua en la última fecha (hachurado).
- 4) Sedimentos depositados durante los lapsos correspondientes (punteado).

El río Magdalena más abajo de Las Flores presenta aparentemente un fuerte desequilibrio entre la corriente y su lecho. Los rápidos desplazamientos de los bancos de arena que se encuentran una vez aquí, otra vez en un lugar bien diferente y que causan una distribución de altos y bajos que varía cada día, son la prueba

de la falta de equilibrio. Estos fenómenos son en general característicos para un río cuyo lecho es demasiado ancho durante las aguas bajas. La corriente empieza entonces a serpentear cambiando así los accidentes de su fondo. Tales ríos tienen también la característica de que los bancos de arena que sobresalen del agua durante las aguas bajas se mueven en apariencia río arriba, porque en un banco crece la parte de atrás donde se le añaden materiales traídos de otro banco que se encuentra más río arriba. Aun cuando el caso es aquí algo diferente pueden ocurrir fenómenos semejantes. Ciertamente el ensanchamiento repentino del canal favorece el depósito de sedimentos en esta parte. Sólo un estudio local puede decidir si el movimiento de los sedimentos río arriba es afectado además por remolinos o por las ondas marinas que entran por los tajamares o por la combinación de ambos factores.

Sea como fuere, todo esto indica que el canal tiene una anchura excesiva y es una curiosa coincidencia que el río mismo la esté reduciendo. Los espolones que se construyeron al lado del tajamar oriental tienen la misma finalidad y según el artículo de *Alfredo Dávila* en *El Economista* (año 1, número 4, marzo de 1955) parece que con esas obras se obtuvo algún éxito, lo que prueba de manera empírica nuestro punto de vista sobre la excesiva anchura del canal.

A causa de las grandes diferencias del volumen de agua que el río debe transportar en varias épocas siempre será una tarea difícil encontrar una solución definitiva y satisfactoria que garantice la fácil entrada al puerto de

Barranquilla; y a este respecto es oportuno recordar una propuesta del R. Padre *Enrique Pérez Arbeláez*⁶ quien sugería una entrada por la ciénaga del Torno y el Brazo del Río Viejo, solución que muy probablemente hubiera sido más fácil de realizar ya que los sedimentos del río Magdalena que hacen crecer la playa de Punta Faro no parecen llegar hasta la entrada de esta ciénaga.

Existe otro peligro que deseamos anotar. Nos basamos para ello en el mismo artículo de Alfredo Dávila en el cual se mencionan los dos derrumbes submarinos ocurridos a fines de agosto de 1935 y entre el 15 y 20 de noviembre de 1945. Sería importante conocer la causa y extensión de estos derrumbes lo que sólo se logrará determinar mediante sondeos periódicos en una región más vasta, al frente de las Bocas, que la abarcada por los sondeos efectuados hasta ahora.

Recientes investigaciones del fondo oceánico combinadas con extensos muestreos han revelado que a profundidades de varios miles de metros se encuentran sedimentos provenientes de regiones costaneras. Se supone que estos sedimentos se deslizaron periódicamente hacia abajo (turbidity currents = corrientes de turbiedad)⁷ y

⁶ Recursos Naturales de Colombia, 1953. *Enrique Pérez Arbeláez*, Dr. Phil.

⁷ D. B. *Ericson*, *Maurice Ewing* and *Bruce C. Heezen*, Turbidity Currents and Sediments in North Atlantic, Bulletin Am. Ass. Petr. Geol., Vol. 36, N° 3, March 1952, p. 489.

La presencia de cañones submarinos situados considerablemente más

hasta hay autores que creen que éstas masas de sedimentos deslizantes tienen suficiente fuerza erosiva para poder explicar con ellas la formación de cañones submarinos como el de Hudson. Areniscas provenientes de la costa se encontraron aquí a más de 4.800 m de profundidad y a una distancia de unos 700 km de la costa.

Parece que las corrientes de turbiedad tienen alguna relación con los deltas de los grandes ríos. Es posible que los deslizamientos al frente de Bocas de Ceniza tengan una causa semejante y en este caso sería probable la repetición de los sucesos de 1935 y 1945 y por lo tanto que periódicamente vuelva a ser necesario ejecutar reparaciones de mayor o menor extensión en los tajamares. Está claro que estas corrientes de turbiedad sólo afectan la topografía submarina.

En relación con Bocas de Ceniza también nosotros queremos referirnos de nuevo a la distribución de arenas relativamente puras consideradas productos del mar y de las arenas mezcladas con lodo que se creen de origen fluvial (Río Magdalena). A nuestro parecer todos los sedimentos alrededor de Bocas de Ceniza, los que formaron la restinga "Isla de Salamanca" al lado derecho del río y las restingas y barras a la izquierda, e

abajo de un posible nivel mínimo del mar durante el Pleistoceno (más o menos 200 m) constituye uno de los mayores descubrimientos acerca de los fondos del mar de los últimos decenios.

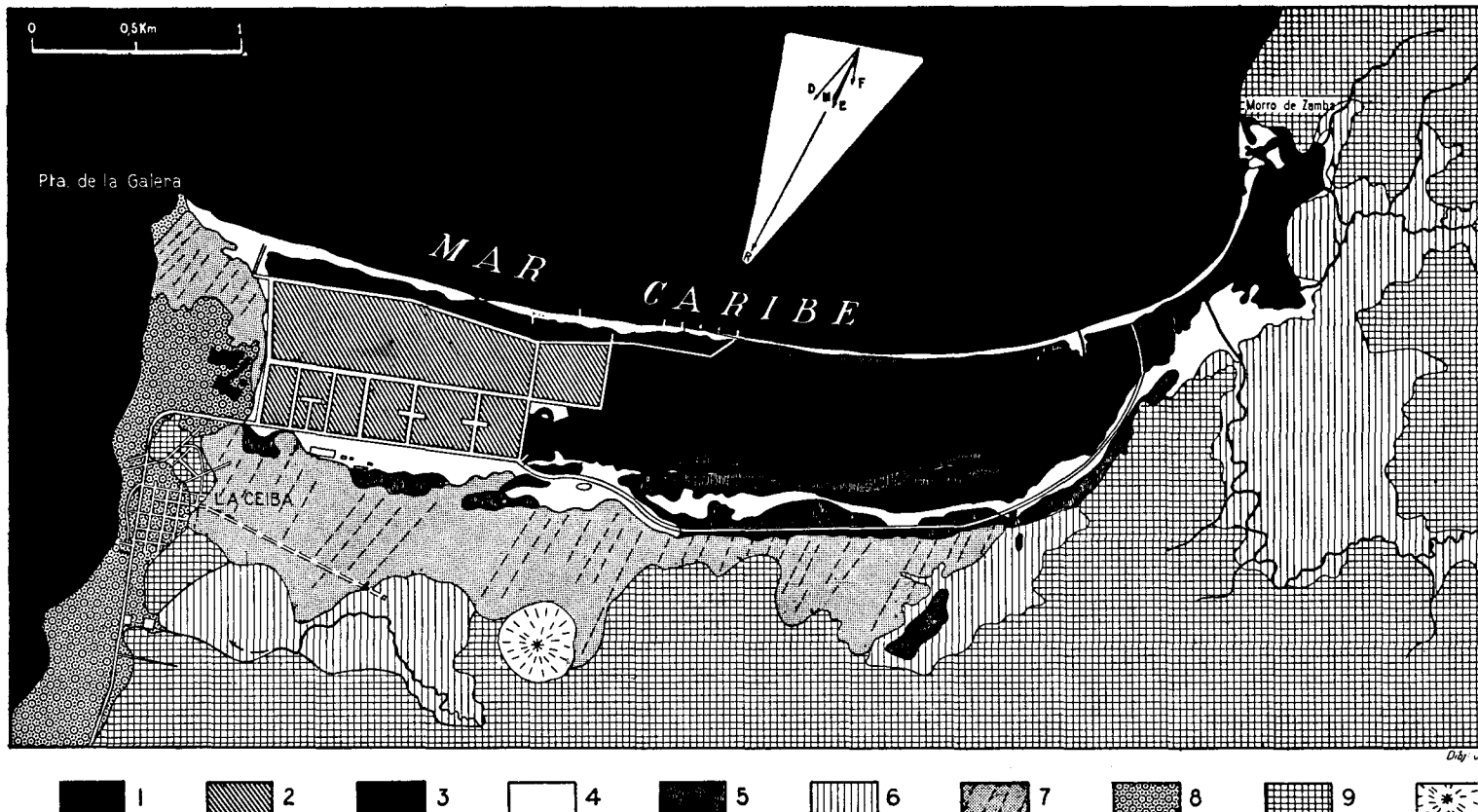


Figura 10.

Convenciones:

- | | |
|---|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Agua de mar, de la laguna y ciénagas. 2. Salinas. 3. Banco de lodo. 4. Playones. 5. Aluviones alrededor de la laguna. 6. Aluviones de los planos aluviales. | <ol style="list-style-type: none"> 7. Depositiones eólicas (dunas) y efectos del viento sobre la vegetación. Las rayas interrumpidas indican dirección del viento. 8. Terraza costera levantada, probablemente pleistocena marina. 9. Terreno alto, afloramientos del Terciario. 10. Volcán de lodo. |
|---|--|

igualmente todos los sedimentos entre el río y la Ciénaga Grande de Santa Marta, provienen directa o indirectamente del Río Magdalena. Las arenas más puras, así lo creemos, fueron lavadas por las ondas y corrientes marinas que se llevaron el material arcilloso y dejaron en su lugar las arenas solas.

5) *La laguna de Galerazamba.*

Esta laguna se desarrolló al pie de la tierra firme que consta de sedimentos del Terciario Superior, terreno suavemente ondulado con varias lomas bajas y cortado por planos aluviales, especialmente en el extremo oriental (*Fig. 10*). La relativa anchura de estos planos en comparación con los riachuelos insignificantes que corren en ellos sugiere que la formación de los valles se inició durante un período glacial (especialmente el último) del Pleistoceno, cuando el nivel del mar era considerablemente más bajo, la base de erosión de los riachuelos bastante más alta, y por consiguiente mayor la fuerza erosiva de sus aguas corrientes. Estos valles deben haberse llenado de sedimentaciones aluviales, y en parte lagunares, durante el siguiente período (Holoceno), cuando el deshielo de los glaciares hizo subir el nivel del mar hasta la altura aproximadamente igual a la actual.

El Terciario aflora en los bordes oriental y meridional de la laguna. A lo largo del mar, desde la Punta de la Galera, hasta más al sur de La Ceiba, se encuentra una terraza marina levantada por movimientos locales del terreno en sentido vertical. Esta terraza ligeramente inclinada hacia el norte, abunda en corales marinos que son probablemente del más antiguo Pleistoceno o del Plioceno. Entre esta Punta de la Galera por un lado y el Morro de Zamba por el otro extremo se desarrolló la estrecha restinga que separa la laguna del mar. La propia bocaina se encuentra en el extremo NE, a unos 200 metros al sur de los últimos afloramientos terciarios del Morro de Zamba (dirección de los estratos NNE-SSW).

La parte nordeste de la laguna está separada artificialmente de la mayor extensión de aguas lagunares mediante un dique que aparentemente tiene por objeto aumentar la salinidad de las aguas al occidente de la obra, porque de esta manera las aguas dulces aportadas por los riachuelos no pueden mezclarse con la masa principal de agua salada. Un pequeño canal a unos 200 metros al oeste del dique (D), permite la entrada de agua marina si el nivel del agua lagunar baja por evaporación.

Las renombradas salinas estatales, administradas y dirigidas por el Banco de la República, se encuentran en el extremo occidental de la laguna, alejadas de la bocaina, posición muy semejante a las salinas de Manaure, si invertimos además la dirección E-W. Sólo que aquí en Galerazamba las condiciones para salinas parecen más favorables por la ausencia completa, en la mayor parte de la laguna, de arroyos de algún tamaño que puedan disminuir la salinidad del agua lagunar.

El efecto de los vientos es especialmente notable en el oeste más allá de la defensa del Morro de Zamba y demás lomas del Terciario. Pequeñas dunas longitudinales son especialmente notables en la Punta de la Galera. La densa vegetación al oriente de La Ceiba a veces no permite observar las dunas en las fotografías aéreas,

pero con observaciones de la dirección del viento se pueden completar por el efecto que tienen sobre la vegetación. La densidad de la vegetación que cubre las dunas, en combinación con la falta de fenómenos de deflación y acumulación eólica en los playones que bordean la margen meridional de la laguna, son indicios de que la mayoría de las dunas se formó en un tiempo en que los vientos eran más fuertes que hoy día.

El volcán de lodo al ESE de La Ceiba es el más septentrional de un grupo que se encuentra al sur de la región abarcada por el croquis de la *Fig. 10*.

6) *La laguna de Cartagena o de Tesca.*

La laguna se formó al borde occidental de un amplio plano aluvial, que se extiende de este a oeste entre afloramientos del Terciario Superior (*Fig. 11*). Esta formación se compone de areniscas, localmente gruesas y conglomeráticas, alternadas por arcillas generalmente arenosas, y horizontes coralíferos, como los que afloran por ejemplo abajo del antiguo convento de La Popa. La dirección general de los estratos es este-oeste, buzando al sur en la cadena de lomas cuyo extremo forma la Punta Manzanilla, y aproximadamente hacia el norte en las lomas cerca de Cartagena. El mencionado plano aluvial se encuentra entonces en un amplio sinclinal cuyo eje buza hacia el mar y que se ha rellenado de sedimentación aluvial.

La laguna tiene forma de bolsa y amplios playones bordean sus márgenes oriental y meridional. Es muy curiosa la presencia de una estrecha barra o restinga en su extremo meridional, restinga que aparta una laguna secundaria, e interna, de la principal. La secundaria tiene bocaina propia y se torna menos honda hacia el oriente convirtiéndose allá en terreno cenagoso.

El terreno seco y algo elevado del plano aluvial tiene paralelamente a su borde occidental grupos de pequeñas ciénagas, bajos cenagosos, cubiertos de agua durante crecientes, y playones sin vegetación, todo esto separado de la propia laguna por una franja de manglares de anchura variable.

La laguna está separada del mar por una restinga, bastante estrecha en el norte, que se ensancha gradualmente hacia el sur para alcanzar la misma anchura del afloramiento del Terciario en Cerro Popa. La bocaina actual se encuentra al norte de La Boquilla, pero es probable que anteriormente había varias otras que se cerraron en el curso del tiempo, como por ejemplo a la mitad entre La Boquilla y el aeropuerto de Crespo e inmediatamente al sur de este aeropuerto. También es probable que la restinga no sea una sola unidad, sino que consta de una sucesión de varias, formadas una tras otra en diferentes etapas. Si esto es así los límites entre las diferentes unidades morfológicas están ahora borrados y nada seguro se puede decir a este respecto para el área en donde está el aeropuerto de Crespo. Los fenómenos morfológicos más al sur parecen sin embargo, apoyar esta suposición.

La isla de Manzanillo con las pequeñas isletas del Diablo y Chivos, la isla de La Manga y los barrios Getsemaní-Medialuna parecen restos de una vieja restinga, bien desarrollada, que se formó alrededor de los afloramientos terciarios, pero separada de ellos por un estrecho o una laguna alargada. Es probable que esta restinga prosiguiera hacia el norte haciendo la vuelta alrededor

del Cerro de la Popa, pero que posteriormente este ramal fuera destruído parcialmente y sustituido por otro más reciente sobre el cual están hoy día El Cabrero, el propio centro de Cartagena, el barrio Boca Grande y el histórico fuerte de Castillo Grande. Este último ramal corta el anterior (de Manzanillo-La Manga) discordantemente entre el centro de la ciudad y el barrio Medialuna. Es característico que la última parte de la más reciente restinga (Hotel del Caribe-Castillo Grande) gire de repente hacia el sureste en dirección hacia la isla de Manzanillo, para establecer el paralelismo con la barra más antigua de La Manga. Semejante cambio de dirección en la restinga se puede observar en la de la Laguna del Aguila (ejemplo siguiente).

La restinga Boca Grande-El Cabrero está conectada con la del norte (aeropuerto Crespo) por una faja muy estrecha, separada del macizo de la Popa mediante una depresión de ciénagas y manglares que conecta la Bahía de Cartagena con la Laguna de Tesca por el viejo brazo inmediatamente al sur del aeropuerto.

El brusco ángulo en la restinga cerca al Hotel parece causado por corrientes marinas superficiales que entran en la Bahía de Cartagena por Boca Grande. Hay en estas partes una pugna entre estas corrientes y la tendencia general del mar para cerrar la Boca Grande con una restinga en forma semejante a como sucedió más al norte. Hasta ahora se formó sólo una barrera apenas submarina entre el Hotel del Caribe y la isla Tierra Bomba, razón por la cual el tráfico marino utiliza la entrada de Boca Chica. El avance temporal de una pequeña restinga curvada, encerrando una menuda laguna L, fue el resultado de la combinada acción general del mar con la corriente de Boca Grande y el material en suspensión a lo largo de la costa proveniente en gran parte del Río Magdalena. Esta pequeña restinga se destruyó posteriormente por el relativo predominio, que puede ser temporal, de las corrientes de Boca Grande.

Pero también entre las islas de Barú y Tierra Bomba, una restinga está en proceso de formación y si no fuera por la intervención del hombre que con modernas maquinarias artificialmente continuara manteniendo abierta una brecha entre los históricos fuertes de San Fernando y San José, sería inevitable que se cerrara también la Boca Chica en el curso del tiempo.

7) La Laguna del Aguila.

Esta laguna (Fig. 12) tiene una forma muy curiosa ya que con el resto de la península parece sugerir la cabeza de un águila en silueta, desempeñando la restinga el papel de pico encorvado. Una barra parte de un espolón de terreno aluvial comparable con el de Sabanilla, sólo que en este espolón no afloran rocas antiguas y casualmente las circunstancias determinan que esta barra haga de restinga.

En tiempos anteriores existían lagunas más amplias hacia el oriente, cuyas restingas se apoyaban en los afloramientos terciarios que forman aquí una baja serranía cuyo eje se dirige del SE al NW y cuyo extremo se llama Cerro de Aguila. Entre esta serranía, que en un tiempo fue una isla, y el macizo terciario por el cual el río Mulatos cortó su lecho, se formó una laguna cuya restinga es todavía bien notable. Esta se dirigía desde el Cerro del Aguila en el occidente hacia una esquina

formada por el Terciario en el oriente, extendiéndose apenas hasta un poco al sur del pueblo Mulatos. Las dos ciénagas (de Marimonda y del Salado) son restos de esta laguna, la cual probablemente tenía otra restinga en el sur, que cerraba la brecha entre las dos islas de afloramientos terciarios es decir la del Cerro del Aguila y la de Necoclí al norte.

Esta laguna de tamaño apreciable debe haberse desaguado por un levantamiento de esta área con relación al nivel del mar.

La faja costanera en la cual están situados los caseríos de Mulatos y Zapata es una formación más reciente todavía. El hecho de haber seguido creciendo la costa indica que el núcleo terciario muy probablemente siguió levantándose aun cuando con lentitud. Los orillares al SW del Cerro del Aguila confirman esta suposición. La formación de ellos debe ser aproximadamente contemporánea con la faja Mulatos-Zapata. La vegetación en los alrededores de la ciénaga de Marimonda delata todavía la antigua extensión de la laguna.

III. FACTORES QUE PUEDEN CONTRIBUIR A LA FORMACION DE LAGUNAS

Las lagunas han sido poco estudiadas en comparación con los lagos sobre los cuales hay amplias investigaciones. Varios factores que participan en la formación de las primeras no están todavía bien definidos y además falta un estudio regional que indique los tipos de lagunas que se pueden distinguir. No es nuestra intención entrar en la clasificación de ellas, pero sí querríamos repasar rápidamente los factores que pueden tener cierta influencia en su formación para luego destacar las más importantes. Empecemos entonces con una enumeración sistemática de estos factores:

1. Ondas y olas

Las olas se originan de vientos y fuertes tempestades. Conocidas leyes físicas enseñan que en estas condiciones, cuando un medio, el aire, se mueve con apreciable velocidad sobre otro, el agua del mar, el plano que separa los dos no puede mantenerse horizontal y va inclinándose. Como esto no puede realizarse sobre extensas superficies, se efectúa repetidamente sobre trechos más cortos y así se forman las olas en la superficie del mar. Una vez producidas, las olas primarias ocasionan otras, secundarias o vibratorias, que pueden propagarse a grandes distancias (miles de kilómetros) del origen de su nacimiento. El fenómeno puede compararse con los movimientos ondulatorios que se forman cuando se arroja una piedra en el agua. En la inmediata vecindad de la piedra están las olas irregulares causadas por la caída de ella en el agua, olas que son comparables con las causadas por un temporal. Pero estas olas primarias inducen otras que se propagan con cierta velocidad sobre la superficie del agua y estas son las que hemos llamado secundarias o vibratorias.

Aunque la distinción entre olas y ondas es bastante clara y es conveniente tenerla presente en un estudio práctico, tampoco debe olvidarse que hay vientos adicionales en muchas partes por donde se propagan las ondas vibratorias. Estos vientos introducen además otras olas que se superponen sobre las ondas ya existentes.

A primera vista es obvio que las partículas de agua en una onda suben y bajan periódicamente, pero después de alguna reflexión parece claro que además deben efectuarse movimientos horizontales, ya que el agua amontonada bajo la parte culminante de una onda debe después bajar hasta la depresión, y como el agua durante el proceso no se comprime es claro que sus partículas deben también escaparse en una u otra dirección. Siempre se ha pensado que las partículas en la superficie del mar describen movimientos circulares o elípticos que son la combinación de desplazamientos hacia arriba, atrás, abajo, y adelante, sucesivamente. Debido a consideraciones de simetría este movimiento no puede extenderse lateralmente y debe limitarse al plano vertical que se puede imaginar perpendicular a las lomas ondulatorias. Hacia el fondo disminuye más rápidamente la amplitud del movimiento vertical que la del horizontal, de tal modo, que las partículas describirán órbitas elípticas que se aplanarán siempre más hacia abajo, hasta que las partículas se muevan solamente en sentido horizontal pero sobre un trecho mucho más restringido que en la superficie. Experimentos con cámaras y larga exposición aplicadas a partículas luminosas en el agua han demostrado que este concepto no es completamente correcto sino que hay un componente adicional de movimiento en la dirección en que se traslada la onda, de tal manera que la partícula de agua describe una línea cicloidal, comparable al movimiento de un punto de la circunferencia de una moneda que rueda sobre el suelo, solamente que la partícula de agua avanza menos rápidamente en cada revolución. El viejo concepto de que un objeto flotante sobre el mar no se desplaza por las ondas, necesita entonces ser corregido. Un grano de arena en el fondo del mar tendrá un movimiento de vaivén causado por las ondas, adelantándose siempre algo más de lo que alcanza a retroceder. Como la causa que origina las ondas yace generalmente mar adentro y las ondas se trasladan desde el mar hacia su periferia, el efecto de las ondas sería que los granos de arena se movieran hacia las costas.

Las ondas rara vez son más altas que 15 a 20 metros, de tal manera que la amplitud máxima de los movimientos cicloidalmente rotatorios de las partículas deben tener este mismo valor cerca de la superficie del mar. Más abajo la altura de la cicloide disminuye en proporción directa con la longitud de la onda. Se ha observado que a una profundidad de un cuarto de longitud de la onda su altura es un décimo del valor que tiene en la superficie y el movimiento de las partículas es casi imperceptible a una profundidad a la mitad de la longitud de la misma.

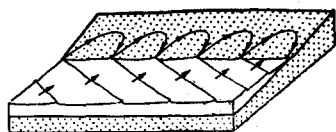


Figura 13. — Diagrama que ilustra el desplazamiento de arenas a lo largo de la playa cuando las olas baten oblicuamente ("beach drift").

Como las ondas pocas veces tienen una longitud de más de 150 metros, esto querría decir que la acción de ellas se limitaría a profundidades menores de 75 metros, lo que corresponde a una faja no muy ancha a lo largo de la costa. La longitud de ondas en la costa colombiana

de la cual se han tomado los ejemplos de lagunas, no superará los cien metros por lo general y su influencia no se extenderá más allá de los 50 metros bajo el nivel del mar. En contrario a la opinión de varios autores, creemos que el mencionado efecto de las ondas sobre las arenas del fondo no es muy grande.

Las ondas se propagan más rápidamente en aguas profundas, en cambio parecen venir frenadas en las partes menos profundas. En estas partes la cresta de la onda queda atrás en relación con la porción que avanza

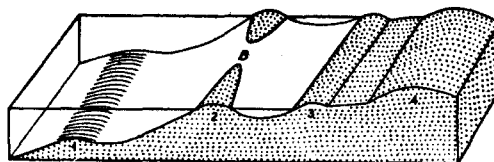


Figura 14. — Diagrama de las barras playeras formadas por la resaca.

en el agua profunda. Por lo tanto la cresta de la onda puede curvarse o cambiar de dirección. Esta es la razón para que las ondas cuya cresta hace un ángulo con la costa, giren algo y lleguen casi paralelamente al litoral. Esta adaptación de las ondas a la forma de la costa tiene sus límites y cuando el ángulo entre el frente y la costa es muy grande, la onda llega oblicuamente y las olas causan un desplazamiento lateral de la arena a lo largo de la orilla (Fig. 13); porque un grano de arena bajo la influencia de las olas describirá curvas hiperbólicas, desplazándose al mismo tiempo lateralmente como lo indican con mucha exageración las flechas de la figura. Esta acción de las ondas que los norteamericanos llaman "beach drift" nos parece la más importante.

La acción de las ondas no es por lo general sencilla, porque pueden llegar desde dos o más orígenes a la vez y causar una compleja interferencia. Pueden reflectarse de partes de la costa o cambiar su dirección alrededor de islas o bancos de arena submarinos. Varios ejemplos de los fenómenos arriba descritos se encuentran esquematizados en la figura 18, fragmento interesante de la costa de Arroyo Grande (al NE de Cartagena).

Además de estas interferencias en el plano horizontal, que se hacen notar por las direcciones cruzadas de las lomas ondulatorias hay interferencias en sentido vertical por ejemplo en la combinación de ondas de diferentes períodos. Este fenómeno puede observarse en la playa donde por ejemplo tres ondas moderadas pueden ser seguidas por una cuarta de tamaño más notorio, etc.

2. La resaca.

Como consecuencia del hecho de que la onda se traslada más rápidamente en aguas profundas, la parte superior avanza más hacia la costa que la baja. Esto introduce una asimetría en la onda, transformándola en ola, y la asimetría aumenta de tal manera hacia la playa que la ola se desploma y nace la resaca. Corrientes irregulares adicionales causadas por aflujo y reflujos del agua en combinación con la resaca crean una morfología bien definida de playa que se configura casi de igual manera en todas las costas arenosas. De resultas se forman varias barras de arena; las correspondientes a la Fig. 14 están enumeradas de 1 a 4. Las dos primeras

están siempre sumergidas y la tercera está visible sólo durante las mareas muy bajas. La cuarta se forma más arriba de la línea de las mareas extremadamente altas. Desde la cuarta barra, tierra adentro, empieza generalmente la capa vegetal y la zona desnuda entre la tercera y la cuarta barra, zona seca durante la marea baja, es la parte de la cual especialmente el viento se lleva los materiales.

El agua que refluye mar adentro corta brechas (B) en las barras 3, 2 y eventualmente 1.

Aunque la resaca (en combinación con el aflujo y reflujo) causa la presencia de las barras, podemos también invertir lo anteriormente dicho y afirmar que la resaca se forma donde están localizadas las barras, porque es allá donde de repente se vuelve menos profundo el fondo marino y se rompen las olas. Por las zonas de resaca las cuales están conspicuamente conectadas con sitios fijos, podemos concluir la presencia de las barras (ver la Fig. 18).

Conviene tomar nota que estas barras son cosas bien distintas de las restingas lagunares. Es posible que las barras de resaca en combinación con el "beach drift" y con corrientes marinas bastante fuertes puedan convertirse en "orillares" playeros cuando la costa se desplaza mar adentro.

3. Alta y baja marea.

Aunque la máxima diferencia entre las mareas de la costa atlántica de Colombia es muy poca, alrededor de 60 cm., ellas sin embargo tienen sus consecuencias. La marea baja deja siempre libre una zona comprendida entre el mar y la región cubierta de vegetación. Esa faja se compone de material fino que durante ciertas horas se seca por la acción del sol. Este material suelto y seco es movido tierra adentro por el viento y así puede aumentarse la altura y el ancho de una restinga ya existente. Este fenómeno se observa claramente en la restinga de la laguna de Santa Marta (la isla Salamanca). Esta actividad constructiva de la combinación playa-viento tiene su efecto solamente cuando el material sustraído de la playa se renueva por la acción del mar.

La marea es especialmente responsable de la formación de una o más bocainas en la restinga. Por las diferencias de nivel del agua marina en relación con el de la laguna, habrá infiltración de aguas especialmente en las partes más estrechas de la restinga. Estas corrientes intergranulares movilizan las partículas arenosas y acaban por abrir una brecha. Una vez formada la última, las corrientes de flujo y reflujo entre el mar y el agua lagunar, a causa de las mareas continúan manteniendo abierta la bocaina a menos que otros factores más potentes la cierren.

4. El viento.

Este es un factor geológico constructivo en ciertas regiones (acumulación) pero en otras es destructivo (deflación). Productos de la acumulación son especialmente las dunas. En la costa colombiana del Caribe se encuentran únicamente *dunas longitudinales* cuyos ejes son paralelos a la dirección principal de los vientos. Una tímida insinuación de barcanes⁸ hemos observado

⁸ O barjanas, o sea dunas de arena, aisladas, y en forma de media luna.

en ciertas localidades al noroeste de Arroyo Grande pero son de tan pequeña extensión que no fueron introducidos en la Fig. 18. Tampoco hemos encontrado dunas transversales. En general éstas se desarrollan paralelamente a la costa en combinación con vegetales que se caracterizan notablemente por sus raíces fuertes y largas y por una extensa ramificación lateral. Las arenas movidas por el viento se amontonan en el lado costanero de esta vegetación depositándose entre las ramas. Una condición es que la vegetación tenga suficiente poder reproductivo para crecer al paso con la acumulación vertical de la arena sin dejarse tapar. Parece que en esta parte de la costa no existen vegetales de características semejantes porque el viento con demasiada facilidad abre brechas en numerosos lugares y en vez de formarse una duna transversal nacen varias longitudinales. Un ejemplo claro de cómo el viento hiende brechas en una línea de arbustos paralela a la costa, presenta la Fig. 15 que muestra el transporte de arena tierra adentro donde están las brechas.

Dunas longitudinales están especialmente desarrolladas en las regiones abarcadas por las Figs. 2 y 8 (Manaure y Barranquilla). Estas dunas y los desplazamientos de arenas observados en las aerovistas (tal como lo muestra la figura 15) permiten sacar conclusiones sobre la dirección prevaleciente de los vientos. Estas direcciones deducidas geológicamente están de acuerdo con las observaciones meteorológicas del terreno en la región de Galerazamba (Fig. 10) y Barranquilla (Fig. 8). Una notable discrepancia de 30° puede observarse entre la dirección deducible geológicamente y la obtenida en la estación meteorológica de Manaure. Obviamente existen tres suposiciones que podrían explicar esta discrepancia, las cuales son: 1) Los datos meteorológicos utilizados no son suficientemente precisos ya que las direcciones del viento no están anotadas en grados sino "redondeadas" a direcciones principales como N o NE, ocasionalmente a intermedias NNE etc. Esto puede resultar en un error sistemático. 2) las observaciones son estadísticamente demasiado escasas (tres observaciones diarias), sujetas al azar y no representan condiciones generales; 3) la dirección general de los vientos ha cambiado y no coincide con los vientos que causaron la formación de las dunas. Hay ciertos indicios en favor de la última posibilidad.

Las dunas especialmente frecuentes y potentes en la región de Riohacha-Río Popoya (Fig. 2) están formadas por material procedente de la Ensenada de Calabozó (Golfo de Venezuela), transportado a una distancia de 60 km por vientos de este a oeste. Es muy probable que transportes a escala tan grande y a una distancia apreciable no se hayan efectuado en un tiempo reciente sino durante el (último) período glacial del Pleistoceno en el cual se formaron también las vastas acumulaciones eólicas (loessoides) de Europa y China. Los depósitos eólicos de Galerazamba ofrecen también indicios en favor de esta interpretación, pero más especialmente las condiciones cerca de Barranquilla parecen confirmar una interpretación semejante. No nos referimos aquí a las dunas que están inmediatamente al sur de la línea Sabanilla-La Playa-Las Flores, sino a aquellas que se extienden a 10 hasta 30 km al sur de Barranquilla, parte izquierda de la Fig. 3. La dirección de estas dunas es diferente de la de las más recientes (N y NNE). Este hecho en combinación con la ubicación bastante re-

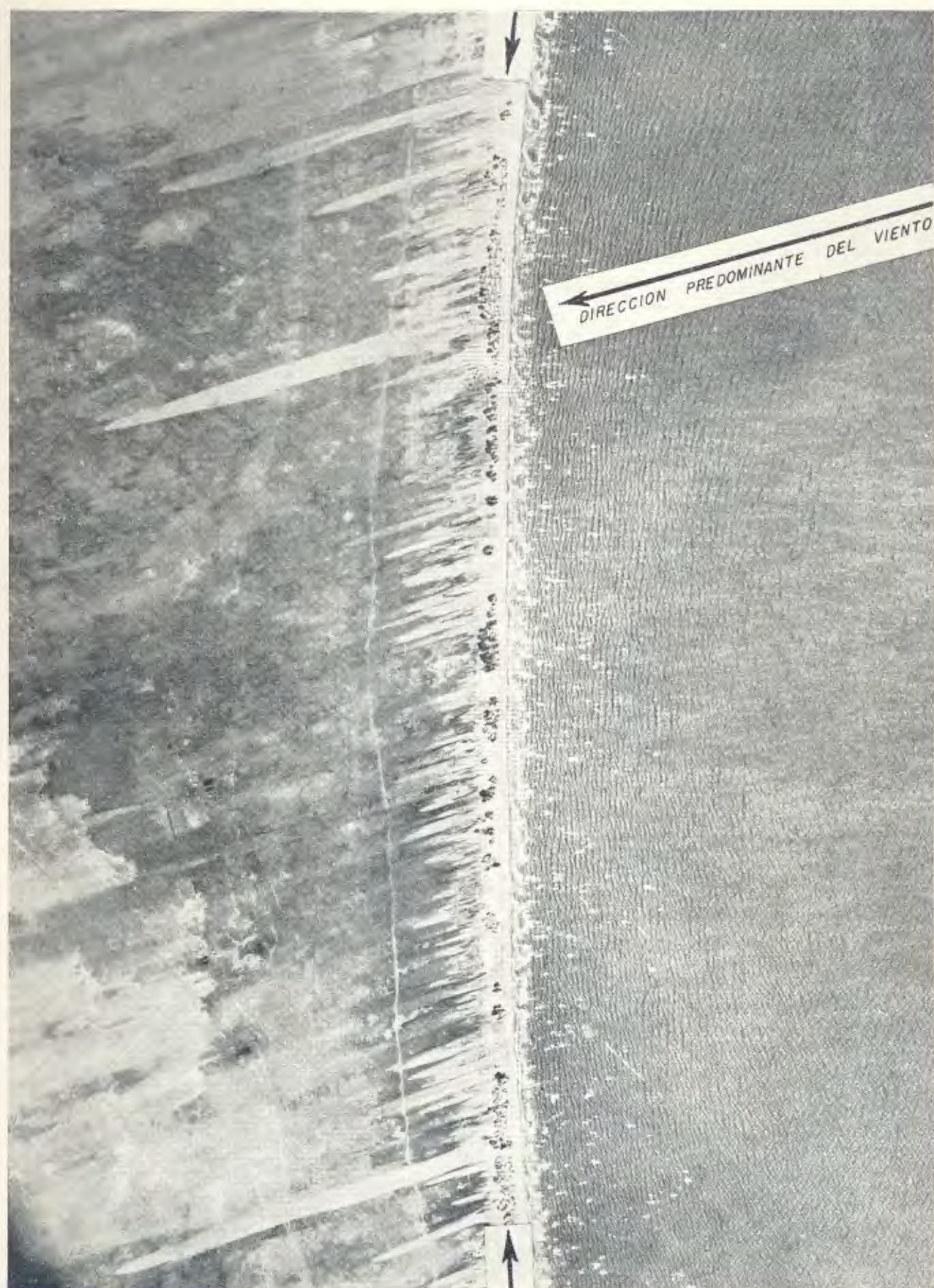


Figura 15. — FRAGMENTO DE LA COSTA GUAJIREÑA EN VENEZUELA

La línea de vegetación entre las dos flechas quedó interrumpida por las fuertes ráfagas de los vientos. Los arbustos no están lo suficientemente arraigados para resistir las corrientes de la atmósfera y en estas condiciones no puede desarrollarse una duna transversal con relación a la dirección de los vientos. La figura muestra claramente cómo se puede deducir esta dirección por la morfología del terreno.

tirada de la costa hace probable que se hayan formado durante el Pleistoceno o muy al principio del Holoceno. Es probable que las dunas costaneras de Barranquilla (Fig. 8) sean también en parte pleistocenas con la misma dirección N y NNE y que los vientos más recientes del NE borrarán en su mayor parte las huellas de la dirección primitiva.

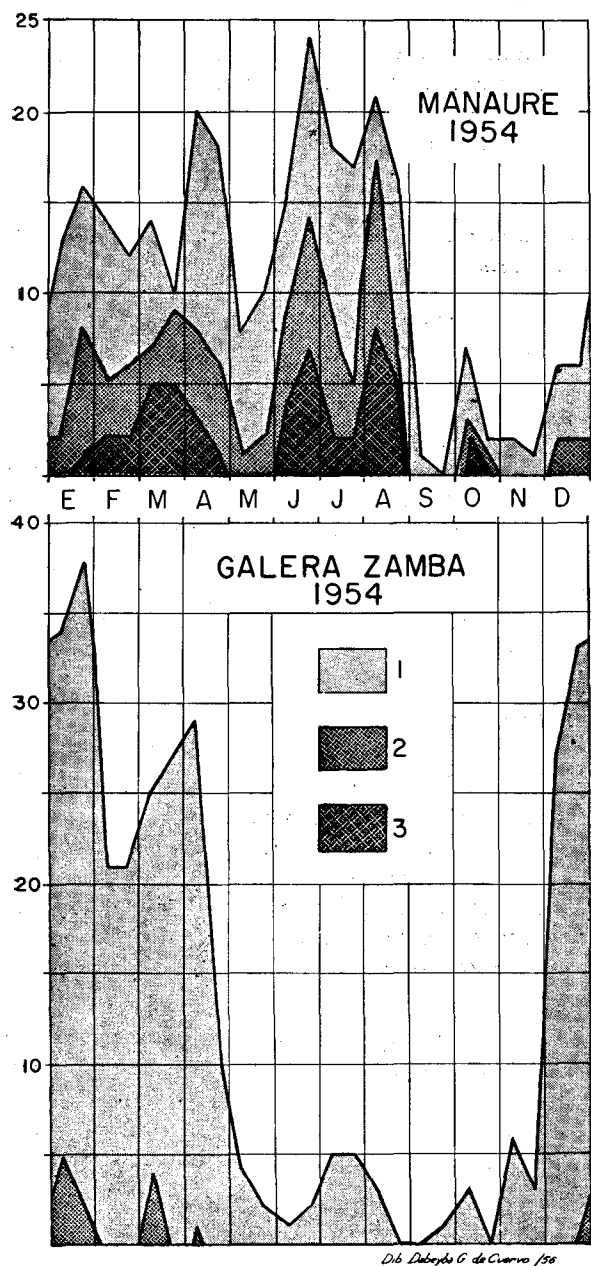


Figura 16. — Distribución de la frecuencia de los vientos más fuertes que B6, en Manaure y Galerazamba, entre los meses del año de 1954. Compilado y dibujado por quincenas a base de un registro de tres observaciones diarias. En Manaure, el 21% de las observaciones correspondió a una fuerza de B6 o mayor; en Galerazamba el 26%, durante dicho año. La velocidad del viento en metros por segundo queda expresada en la escala de Beaufort de la siguiente manera: 10,8 hasta 13,8 m/s = B6; 13,9 hasta 17,1 m/s = B7; 17,2 hasta 20,7 m/s = B8. En Galerazamba y Manaure las velocidades fueron registradas en metros redondos; por lo tanto hemos adoptado, por razones prácticas, los siguientes valores redondeados: 10 hasta 14 m/s = B6; 15 hasta 17 m/s = B7; 18 hasta 21 m/s = B8. Los símbolos del diagrama representan los siguientes valores de Beaufort: 1 = vientos de B6 y más fuertes; 2 = vientos de B7 y más fuertes; 3 = vientos de B8 y más fuertes.

Los intervalos horizontales corresponden al tiempo transcurrido (los meses del año de 1954), las distancias verticales a la frecuencia de las observaciones. Los datos del registro meteorológico nos fueron suministrados por el R. P. Jesús Emilio Ramírez, S. J., Director del Instituto Geofísico de los Andes Colombianos.

Podemos suponer que los vientos menos fuertes que 10 m/seg no producen transportes notables de arena. También es importante la relación entre el período de los vientos y las épocas de lluvia. En los meses de sequía los vientos son bastante más efectivos para transportar el material que cuando éste está mojado y por la misma razón inmovilizado. Que la distribución de los vientos entre los meses del año varía bastante de región a región parecen indicarlo los gráficos de la Fig. 16. Galerazamba tiene los vientos fuertes durante los meses de diciembre, enero, febrero y marzo, y gran parte de abril; los otros meses son tranquilos. Manaure por contraste tiene una distribución de vientos más pareja: breves períodos de tranquilidad en los meses septiembre, octubre, noviembre, y parte de diciembre, con un máximo de actividad entre junio y agosto.

También se puede anotar que los vientos más fuertes que B7 en la escala de Beaufort, abundan en la región de Manaure, mientras que los de Galerazamba son más constantes y muy rara vez superan la fuerza B6.

La ausencia de dunas transversales y los ejemplos presentados en éste estudio indican que el factor viento no es un factor de primera importancia en la formación de las lagunas, con la excepción de la restinga o isla de Salamanca. Las olas se han considerado frecuentemente como perpendiculares a la dirección del viento, pero esto es una generalización que no se puede mantener como regla fija. Esto parece claro de lo dicho bajo el punto 1 y la Fig. 18.

5. Corrientes marinas.

Estas corrientes están dirigidas en general del E.NE al W.SW en la costa colombiana del Caribe (Jorge Alvarez Lleras: El problema de Bocas de Ceniza. Rev. Acad. Ciencias, vol. VI. Nº 21, Fig. pág. 103). Sólo localmente habrá remolinos y contracorrientes donde la costa se curva abruptamente hacia el sur. La existencia de remolinos en estas partes puede concluirse del hecho de que las aguas cerca de la costa están cargadas de lodo en suspensión cuyo color contrasta en la fotografía aérea con las aguas más limpias. De esta manera se puede inferir la existencia de remolinos en varias partes de la costa. Un remolino de apreciable tamaño existe probablemente en el golfo cerca de Ciénaga, causando una corriente de W a E a lo largo de la restinga "Isla de Salamanca" (la cual es una península), corriente que parece estar comprobada mediante mediciones cerca de Bocas de Ceniza (J. Alvarez Lleras, Op. cit. Carta Nº 1, p. 109).

A nuestro parecer rara vez las corrientes son tan fuertes que tengan una directa acción erosiva o acumulativa de alguna importancia. Su mayor efecto está en la combinación con las ondas y olas que periódicamente levantan las partículas de arena. Por la acción de la corriente estos granos no caerán en el mismo sitio sino lateralmente algo desplazados y de éste modo pueden los granos en el fondo marino ser trasladados desde el N.NE al W.SW. Por lo anteriormente dicho (en la Sección I de este capítulo) este desplazamiento lateral está limitado prácticamente a una faja costera hasta la profundidad de 50 a 75 m, donde penetra todavía el efecto de las ondas.

Aparte de las corrientes regulares existen las irregulares o periódicas causadas por las mareas y los vientos.

Como los últimos soplan desde el mar hacia la costa, generalmente desde el N o NE, deben introducir ellos una corriente superficial en esta dirección y además una contracorriente desde la costa hacia el interior del mar sobre el fondo litoral. Esta contracorriente anulará en

gran parte el avance de los granos hacia la costa causado por las ondas.

Las corrientes cerca de la costa atlántica de Colombia son todavía poco conocidas. Para comprender los procesos naturales en la costa, erosiones y acumulaciones es necesario disponer de datos más precisos. La Marina Colombiana tendría aquí un campo de actividad muy útil haciendo investigaciones como las que efectúa el Hydrographic Office de la Armada Norteamericana. Por cierto que aquí también se trata de una forma de defensa del suelo patrio, no contra un enemigo humano sino contra las más potentes y caprichosas fuerzas del mar.

6. Levantamientos y hundimientos locales y regionales de la Costa.

Estos movimientos pueden ser factores decisivos. Podemos excluir de una vez las variaciones mundiales del nivel marino causadas por los cambios climatológicos durante las glaciaciones cuaternarias. Estas oscilaciones pleistocenas del mar fueron demasiado grandes (100 metros y más) y no influyeron en la formación de lagunas, tanto más porque estas configuraciones corresponden a los tiempos más modernos del holoceno. Es obvio que los ejemplos de lagunas presentados se formaron durante los últimos dos o tres mil años y que su formación y destrucción continúan todavía en la actualidad. De los movimientos regionales y locales son de importancia los dos siguientes:

1) Ajustes pequeños al equilibrio isostático el cual en algunas localidades no ha sido todavía alcanzado.

2) Reducción en el espesor de la parte superior de la capa sedimentaria. Estos sedimentos más recientes pueden reducir bastante su espesor por el procedimiento litogénico o diagenésico, reducción que afecta especialmente las arcillas. Los minerales del grupo que mayormente componen las arcillas se transforman en otros de menor contenido de agua y así reducen su volumen.

Los movimientos que influyen en la formación de lagunas no sobrepasan generalmente los 5 metros verticales.

Las lagunas se forman sólo en costas donde el mar está transgrediendo. Esta transgresión puede tal vez ser gradual, pero es más probable que necesita ser algo abrupta desarrollándose y finalizando en tiempo relativamente corto.

En el caso contrario de una regresión, cuando el mar se retira, se vacían las lagunas y se puede observar el fondo seco con algunas ciénagas remanentes en las partes más hondas. Un ejemplo de tal acontecimiento está representado en la Fig. 17, donde el mar se había retirado algo bruscamente (por un levantamiento local del terreno). Esto ha ocurrido en varias partes de la costa colombiana, desde la Guajira hasta el golfo de Urabá y podemos referirnos a la Fig. 12 donde las ciénagas de Marimonda y del Salado representan los restos de una amplia laguna cuya restinga se puede todavía observar claramente.

Tampoco el retroceso gradual del mar favorece la formación de lagunas. Esto lo muestra la región de Arroyo Grande (Fig. 18). Las numerosas barras u orillares que se pueden observar indican el lento retroceso

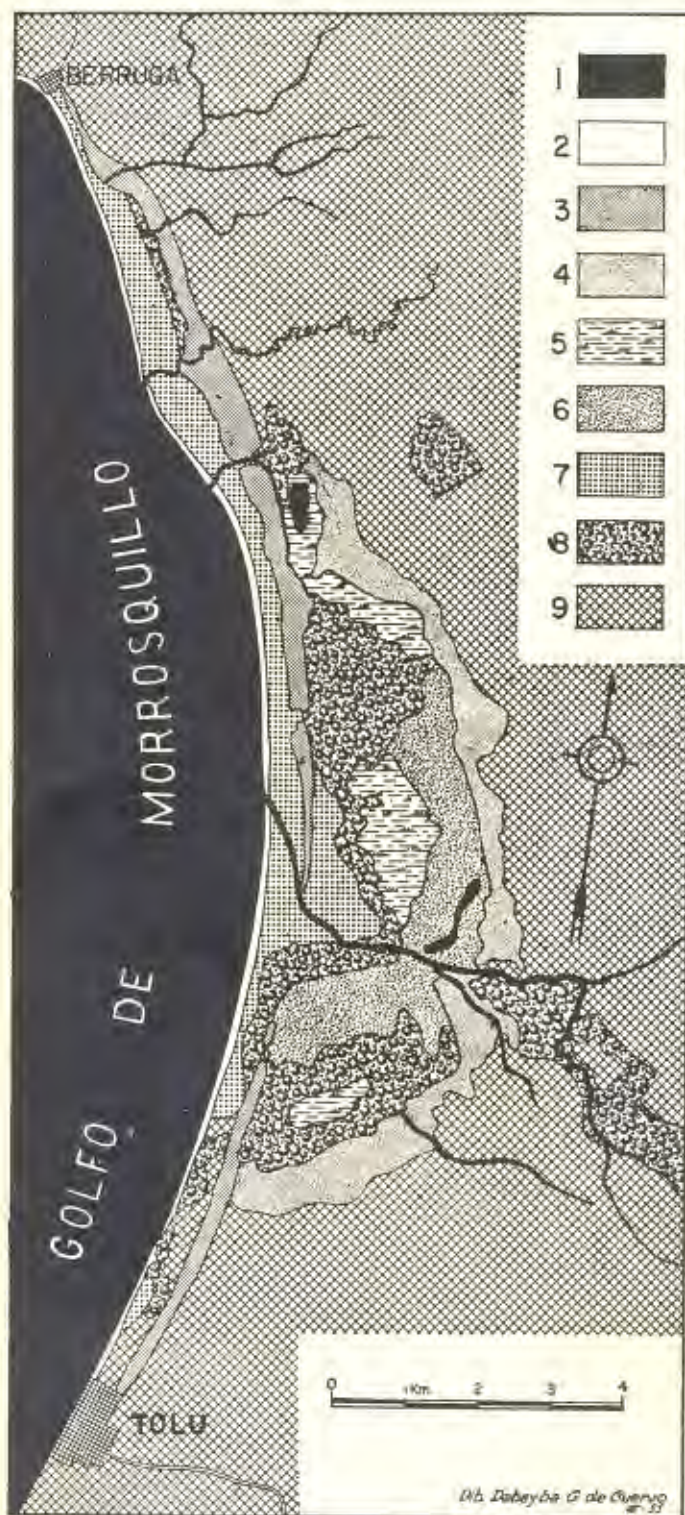


Figura 17. — TOLU-BERRUGA

1. Mar y ciénaga.
2. Barrera de arena en la playa actual.
3. Barrera de arena antigua, antigua restinga.
4. Viejos playones de la antigua laguna casi sin vegetación.
5. Pantanos.
6. Vegetación baja de zonas húmedas, pantanosas en invierno.
7. Manglares y vegetación alta, hidrófila.
8. Árboles de terreno seco.
9. Terreno cultivado o que ha sido cultivado (incluidos los pastos, etc.).

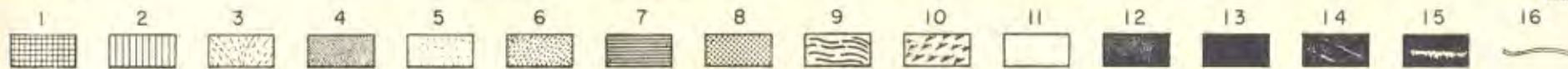
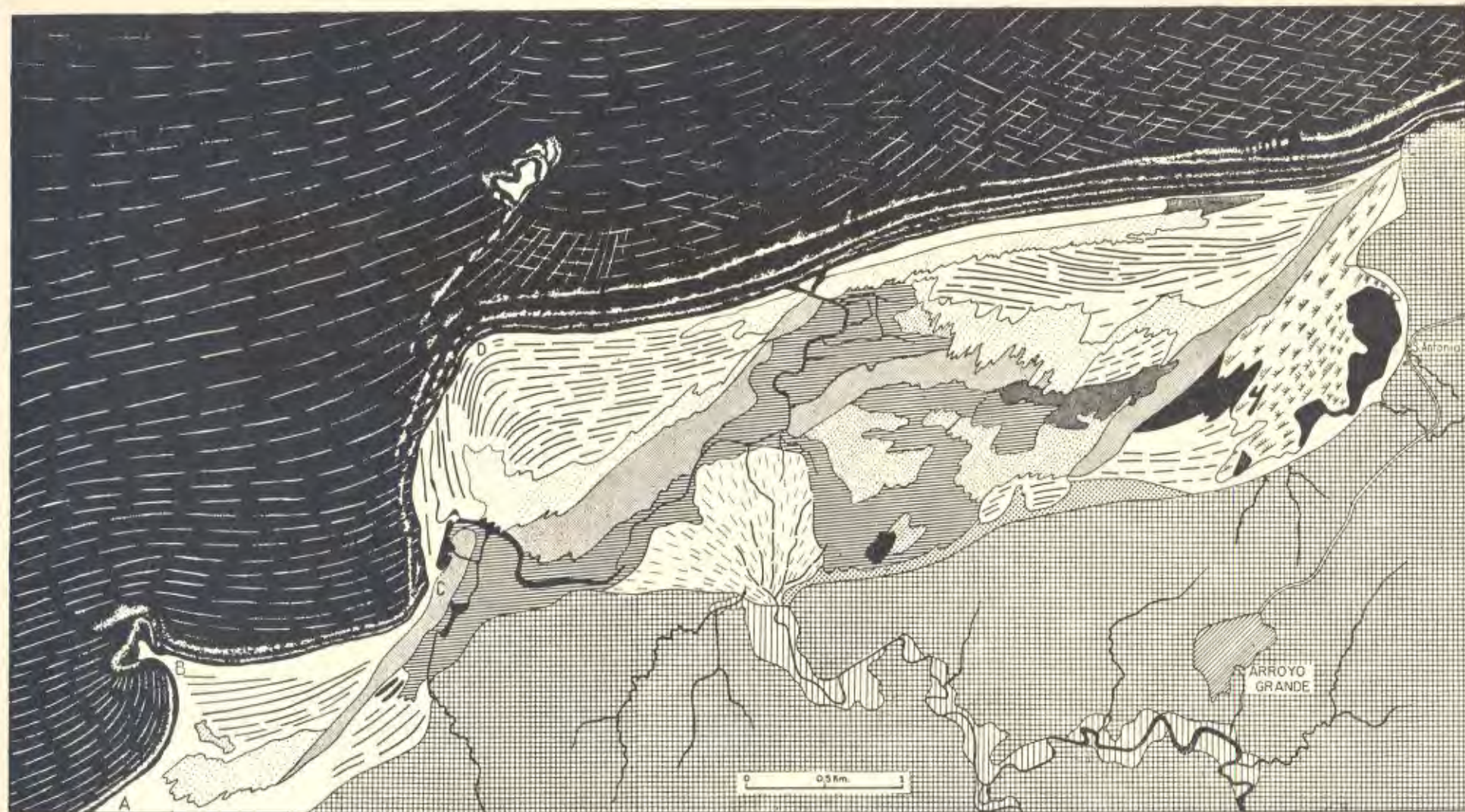


Figura 18.

- | | | |
|--|--|---------------------------------|
| 1. Terreno más alto, formado por sedimentos del Terciario superior. | 6. Arena antiguamente transportada por el viento, ahora fija. | 11. Los demás aluviones. |
| 2. Aluvión del Arroyo Grande. | 7. Regiones antiguamente pantanosas, ahora secas, detrás de las restingas. | 12. Pantanos. |
| 3. Cono de deyección del Arroyo Grande. | 8. Arena amontonada por el viento contra la escarpa terciaria. | 13. Agua (ciénagas y mar). |
| 4. Antiguas restingas. | 9. Región cubierta por vegetación hidrófila, en parte manglares. | 14. Resaca. |
| 5. Arena transportada actualmente por el viento de noreste a suroeste. | 10. Terreno con repetidas restingas. | 15. Ondas y olas (esquemático). |
| | | 16. Carretera. |

del mar. Aun cuando las fuerzas y la dirección del viento eran favorables y varias restingas se habían formado en estadios sucesivos, las lagunas nunca se pudieron desarrollar bien y detrás de las restingas no se formaban claras y limpias masas de agua sino que estaban subdivididas por orillares que sobresalían en parte de la poco profunda agua lagunar. Estas características pueden observarse todavía en la laguna primeramente formada cerca de San Antonio.

Varios investigadores opinan que las lagunas pueden formarse por el hundimiento repentino de un terreno en el cual la última barra (4) de la fig. 14 está bien desarrollada. En adición, un hundimiento diferencial causado por la reducción desigual del espesor de la capa sedimentaria (*compactación*) podría contribuir notablemente por el hecho de que la barra playera, donde predominan las arenas, reduce mucho menos su espesor que el terreno más arcilloso hacia el interior y contiguo a esta barra. Estas circunstancias a nuestro parecer, pueden originar las lagunas del tipo que muestra la Fig. 2 (lagunas playeras).

7. La forma local de la Costa.

La presencia de golfos, bahías o ensenadas es condición original muy importante para la formación de lagunas especialmente cuando se encuentran promontorios donde afloran rocas o sedimentos pre-cuaternarios a ambos lados. Tales promontorios funcionan como "puntos fijos" entre los cuales se desarrolla muy fácilmente la restinga. Tales puntos fijos, o anclas, se observan en las lagunas de Camarones, de Galerazamba, de Cartagena y la desecada de Marimonda-Mulatos. Hay entonces una tendencia de ciertas fuerzas (particularmente corrientes marinas en combinación con las ondas y el "beach drift") que tratan de redondear la línea de la costa cortando las bahías y ensenadas muy pronunciadas. Estas fuerzas fueron activas también en la Punta de Sabanilla donde formaron la barra de la Isla Verde que se extendía hacia el occidente y la otra, ya desaparecida, que estaba anclada en Punta Galera. Esta última barra que también se dirigía hacia el occidente, fue descrita más en detalle por el R. P. *Jesús Emilio Ramírez*, S. J. en su artículo: "La Nueva Estación sismológica de Galerazamba".

En estos casos está conocida la dirección en que las barras crecieron, es decir de E a W, pero muy dudosa queda la dirección de crecimiento en cuanto se refiere a las restingas de las lagunas descritas.

Hay indicios de que la restinga "Isla de Salamanca" creció desde el oeste al este; especialmente la presencia del remolino que causa una contracorriente a lo largo de la costa en la dirección W-E parece indicarlo. También es muy tentador hacer comparaciones entre la restinga de Galerazamba y la de Salamanca y suponer que la primera creció de manera semejante desde la Punta de Galerazamba hacia su bocaina. En este caso debiera suponerse también una contracorriente de W a E a causa de un remolino. Podría preguntarse si es una regla general que la restinga crezca desde un extremo hasta la bocaina. Pero estos problemas se resolverán apenas cuando se disponga de un mayor número de datos acerca de las corrientes marinas.

8. Desembocaduras de ríos.

Es un hecho curioso que ríos grandes no desembocan en las lagunas pero que las últimas se presentan con frecuencia cerca de las desembocaduras de los primeros. Este es por ejemplo el caso de los hafs de Curlandia que se encuentran al oriente del río Vístula y también el de la famosa laguna de Venecia a cuyos lados desembocan varios ríos grandes (Po, Adige y Brenda al sur, Piave al norte) sin que desemboque ninguno de alguna importancia en ella misma. Sin embargo, cierta relación debe existir y esta nos parece bastante simple: los grandes ríos deben aparentemente suministrar el material detrítico del cual pudieran formarse las restingas.

Los sedimentos aportados por el río Magdalena se extienden desde Ciénaga hasta Puerto Colombia, Galerazamba, Arroyo Grande y Cartagena. Más al SW se van juntando con los detritos del río Sinú y esta mezcla llega por fin, siguiendo las costas, hasta la Punta del Aguila. Las configuraciones lagunares descritas que se han originado de lodos magdalenenses se formaron cuando el río ya tenía aproximadamente su desembocadura actual. Los dos viejos brazos occidentales que pasaban, el uno por Luruaco y el otro por la depresión atravesada hoy por el Canal del Dique no contribuyeron notablemente en el suministro de los materiales formativos.

9. Conclusiones.

Existe entonces un grupo de factores que contribuye a la formación de lagunas sin que se pueda decir a primera vista y como regla general, cuáles de éstos son los más decisivos. Esto sólo puede determinarse mediante una detenida investigación de un caso específico. Pero también en tal caso se observará una interferencia de varios factores presentes únicamente en la orilla del mar. Este es el medio ambiente fisiográfico típico de las lagunas, que las destaca decisivamente de los lagos y las coloca en una categoría especial.

De un modo general puede resumirse el proceso de la formación de lagunas de la siguiente manera: En partes favorables de la costa, donde hay bahías y ensenadas, el "beach drift" y las corrientes marinas en combinación con el oleaje pueden formar a partir de un "punto fijo", una barrera, primero submarina, luego sobresaliente del agua (restinga) que separa la laguna del mar. La región debe disponer de suficientes aportes de material detrítico y la cercanía de un río grande es favorable. Una vez formada la restinga los vientos pueden ayudar a aumentar su altura y fortalecerla. La marea mantendrá abierta una bocaina si la laguna no es demasiado pequeña.

Otra clase de lagunas puede formarse detrás de una barrera de arenas amontonadas por el viento paralelamente a la playa, por hundirse el terreno varios metros. Una faja detrás de la barrera se llenará de agua, originando una laguna playera. El hundimiento local y pulsatorio del terreno favorece que se formen lagunas. Los levantamientos son factores antagónicos.

IV. Apéndice. ¿Qué es una laguna?

En el Boletín de la Sociedad Geográfica de Colombia, volumen XI número 2 y 3, apareció el interesante ar-

título de *Helí Moreno Otero*, intitulado "Lago y Laguna", primera contribución al "Estudio sobre la definición de algunos términos geográficos", en el cual el autor con mucha razón y destacado sentido crítico se extraña de que en Colombia y muchos países suramericanos, según la nomenclatura existente, no parece que haya lagos, sino solamente lagunas⁹. En otros países sin embargo se encuentra a menudo la denominación "lago" en los mapas y aparentemente se trata de costumbres que difieren de los seguidos en países de lengua castellana. En el lenguaje popular español es costumbre llamar laguna un pequeño lago y el criterio para la diferencia entre las dos palabras es entonces cuestión de tamaño. Este criterio que se encuentra en las enciclopedias y los diccionarios de la lengua castellana es seguido también por el doctor Helí Moreno Otero y aunque él basa la distinción en la profundidad y no en el diámetro u otras medidas como perímetro, extensión de la superficie o volumen de la masa de agua siempre es una distinción cuantitativa la que sigue aquel autor para hacer la diferenciación entre los conceptos "lago" y "laguna". Según este criterio bastaría bajar la dimensión crítica escogida (sea en sentido horizontal, o como lo propone el doctor Moreno: en sentido vertical) para determinar la transición de una a otra clase de masas naturales en cuestión y muchas de estas se podrían llamar lago en vez de laguna. Es esto en esencia lo que propone el doctor Moreno.

Así, brevemente dicho, "laguna" sería en cierto sentido el diminutivo de "lago" lo que es bastante extraño, porque lingüísticamente existen los diminutivos apropiados en castellano e italiano. los cuales son respectivamente "laguito" y "laghetto", mientras "una" no indica diminutivo ni siquiera en el latín, aunque se podría suponer que "lacus" y "lacuna" originalmente deben haber tenido alguna conexión de este sentido en el latín antiguo. Además, con la mencionada definición de las palabras no se explica que en los Alpes suizos, franceses e italianos no haya lagunas aunque aquellas regiones abundan en laguitos tanto pequeños como poco profundos. En el artículo de Helí Moreno Otero no está destacado que el criterio cuantitativo que rige el término en castellano sea un arcaísmo, basado en un concepto brumoso, que se ha conservado desde el viejo latín a través del medioevo hasta los tiempos modernos, pero ya no corresponde al criterio seguido por las otras lenguas europeas importantes en las cuales la distinción entre los dos conceptos es genética o por lo menos cualitativa como lo es la diferencia entre el diamante y la esmeralda, aunque ambas son piedras preciosas.

El doctor Moreno citó lo siguiente de la Enciclopedia Británica (edición de 1942): "lagoon (laguna), término muy usado pero particularmente más aplicado a una extensión de agua salada o salobre o región cenagosa cerca del mar. También parte de agua quieta encerrada por arrecifes".

Las partes esenciales de la precedente definición están subrayadas por nosotros. La definición ciertamente no es muy clara y especialmente no muy adecuada cuando se trata de aclarar una confusión. Séanos permitido citar la enciclopedia holandesa "Winkler Prins" que tenemos a la mano. Aun cuando no es tan célebre como la británica, por pertenecer a una lengua menos difundida, es,

sin embargo, más específica en sus definiciones científicas y por esto más clara. Traducimos de la mencionada enciclopedia, ciñéndonos en lo posible al texto original:

"Lagunas (italiano y español, derivado del latín: Lacuna, es decir bajo, concavidad, depresión) se llaman en general todos los lagos bajos y pantanosos de agua salobre o salada detrás de la costa, que generalmente yacen en las desembocaduras de ríos y que están separados del mar abierto por formaciones de deltas, arrecifes corales, dunas o penínsulas alargadas en forma de lengua (que se llaman "flèches" en Francia, "lidi" en Italia, "Nehrungen" en Alemania, "schoorwallen" en Holanda)¹⁰. Las lagunas más conocidas son las de Venecia, en las desembocaduras de los ríos Piave, Brenta, Po y Adige; luégo los "étangs" de Francia. Formas especiales son los "Haff" de Alemania y los "liman" de Rusia. Las lagunas tienen comunicación con el mar por aberturas ("porti"¹¹) así que reciben agua del mar durante la marea alta y desaguan durante la marea baja. Por este fenómeno se forman las lagunas de agua salada, que se llaman "valli" o "paludi salsi". Se habla de lagunas de agua dulce, cuando afluyen ríos y vuelven el agua dulce. Gradualmente las lagunas se llenan y los pantanos que quedan son insalubres por la presencia de la malaria"... etc.

Buscamos de una vez en la misma enciclopedia las palabras "limán", "Haff" y "étang" que aparecen en el texto arriba citado.

"Liman (griego: "limen", puerto ensenada) es el nombre de la desembocadura de un río, que se parece a una bahía en forma de bolsa. Los ríos de la Rusia meridional (Ucrania) que desembocan en el Mar Negro forman generalmente un liman¹².

"Haff derivada de la palabra escandinava "haf" que quiere decir mar (o parte de aquél), se usa solamente para ensenadas de carácter especial, particularmente en el Mar Este (Báltico). Son porciones en forma de bahías separadas del propio mar por islas o lenguas terrestres estrechas (en alemán "Nehrungen"). Generalmente contienen agua salobre o casi completamente dulce. En la costa alemana se encuentran los "Haffs" de Stettin (Putzing) de Frisonia y de Curlandia".

¹⁰ NOTA DEL TRADUCTOR: Flechas o restingas en castellano. En el mismo sentido usa estos términos JOSE ROYO Y GOMEZ: Geología de la Isla de Tierra Bomba, Cartagena... , Comp. Est. Geológicos Of. en Colombia, Tomo VIII, p. 40.

Igual descripción del término "restinga" se encuentra en la Historia Natural del Instituto Gallach de Barcelona. (Prof. ANGEL CABRERA: Historia Natural; RAFAEL CANDEL VILA, LUCAS FERNANDEZ NAVARRO, FRANCISCO HERNANDEZ-PACHECO y EDUARDO HERNANDEZ-PACHECO: Tomo IV Geología, p. 311).

Definición de la Enciclopedia Sopena: *Restinga* (del flamenco rots-steen, peñasco) f. Punta de arena o piedra que se prolonga bajo el agua, a poca profundidad. ACAD.

El origen de la palabra se relaciona probablemente con los espiones de bloques de piedra (generalmente basalto, "rots steen") a lo largo de la costa flamenca.

Existe la población La Restinga situada sobre la restinga de la Laguna Bu Areg (o Mar Chica) en el Marruecos español. La Restinga de Marambaia, al oeste de Río de Janeiro es en realidad una restinga aislada del continente, caso en el cual suele dársele el nombre de "lido", de acuerdo con el uso italiano. Por lo tanto nos extraña mucho la parte final de la arriba citada definición proveniente de la Academia: "... que se prolonga bajo el agua".

¹¹ Bocainas en castellano, nota del traductor.

¹² Los limans son probablemente esteros cuyas desembocaduras en el mar se cerraron parcialmente por la acción del mar. Nota de los autores.

⁹ Con excepción del Lago Titicaca y del Lago de Maracaibo.

"*Étang* es el nombre para lagos de agua salada (*étangs salés*) en forma de haf, también a veces completamente separados del mar abierto por una restinga (cordón litoral) o por dunas (tanto por dunas terrestres como por dunas marinas). En las costas meridional y occidental de Francia (Languedoc y Gascuña) ellos forman grandes extensiones de agua, separadas del mar solamente por una estrecha barrera de dunas y conectadas con él por un canal o por la desembocadura de un río. A veces el agua se pone salobre por el aporte del agua fluvial como es el caso de las "maremme" y las lagunas italianas. Son de importancia para la pesca y la explotación de la sal; sin embargo a veces se vuelven una calamidad por la presencia de los mosquitos del paludismo.

Los étangs pueden formarse por el efecto de las ondas del mar con o sin la ayuda del viento y de las corrientes marinas. El ejemplo de un étang separado del mar sólo por un cordón litoral, es el Etang de Thau, cerca de Cette en la Francia meridional, como también las lagunas en la costa del Mediterráneo, desde Perpignan hasta la desembocadura del Ródano. Alrededor del Golfo de Gascuña están los étangs de Cazaux, de Parentis y d'Hourtin, formados por el bloqueo de algunos pequeños ríos por las dunas de Landes las cuales pueden alcanzar alturas de 90 metros. El lago Moses

en la grande llanura del río Columbia en el estado de Washington (U.S.A.) se formó por la acción bloqueadora de dunas terrestres".

Nada más ilustrativo en la geomorfología que el ejemplo práctico y por esto sugerimos al lector buscar los mencionados casos en un buen atlas. Además es interesante examinar algunos casos de las Américas, por ejemplo las dos grandes lagunas, una en territorio mejicano y otra en el estado de Texas, que se llaman ambas "Laguna Madre" y por fin las "lagõas" de la región limítrofe entre el Brasil y Uruguay¹³. El lector notará que hay varios tipos, distribuidos en todas las costas del globo terrestre, que son muy semejantes a tipos ya descritos anteriormente a lo largo de la costa colombiana del Caribe.

Por lo tanto está claro lo que se entiende por "laguna" en otros idiomas, ya que se pueden encontrar definiciones basadas en el mismo criterio en alemán¹⁴, italiano¹⁵, sueco, danés-noruego, ruso, etc. A continuación presentamos una breve lista de la correspondencia de los términos "lago" y "laguna". Para evitar confusiones designaremos con una abreviatura entre paréntesis cómo se debe entender la palabra "laguna" en el texto, siendo laguna (cast.) la *interpretación* que se encuentra en las enciclopedias castellanas, y laguna (it.) la del italiano y demás lenguas europeas.

Idioma	Lago	Laguna
Alemán	See	Haff, Lagune (it.)
Sueco	sjö	haf, lagun (it.)
Danés-Noruego	sø	haff, lagune (it.) ¹⁶
Holandés	meer	haf, lagune (it.)
Inglés	lake	lagoon (it.)
Francés	lac	étang, lagune (it.) ¹⁷
Italiano	lago	laguna, valli
Ruso	ozero	liman, laguna (it.) ¹⁸
Español	lago ¹⁹ , laguna (cast.)	albufera, a veces laguna (it.)
Portugués	lago ¹⁹ , lagõa (cast.)	—?—, a veces lagõa (it.)

No nos hemos impuesto la tarea de investigar personalmente cómo y por qué se ha presentado en el castellano una interpretación de la palabra "laguna" tan diferente de los otros idiomas²⁰. Sin embargo nos dirigimos para este fin a una mayor autoridad la que encontramos en el doctor VITTORE PISANI, profesor en

glosología de la Universidad de Milán. El profesor Pisani gentilmente nos remitió la contribución que presentamos en seguida:

NOTAS SOBRE LA HISTORIA DE LA PALABRA LAGUNA²¹

Con los "derivés et composés" de *lacus* registra el Dictionnaire Etymologique de la Langue Latine de

¹³ En este caso, como también en las citadas Lagunas Madre hay correspondencia entre el portugués o el castellano y otras lenguas europeas, porque las mencionadas extensiones de agua serían llamadas "lagunas" también en esas lenguas. Es además interesante observar que en el mapa de Uruguay del número 452 de Semana (4 julio de 1955) se encuentra la denominación *Laguna* de Merín.

¹⁴ Véase el famoso Brockhaus.

¹⁵ Por ejemplo: "Il Novissimo Melzi, Dizzionario italiano en due parti, linguistica-scientifica" y otra obra más extensa: "Enciclopedia Italiana de Science, Lettere ed Arti" de Giovanni Treconi, Roma 1937, la cual se adhiere muy estrechamente a la "Winkler Prins" en sus definiciones de los términos laguna, haf, limán, etc.

¹⁶ Nudansk Ordbog de Lis Jacobson, Politikens Forlag, dice que equivale a stransö — en alemán Strandsee = haf. Cortesía de Ove Thune, Secretario Comercial de la Legación Real de Dinamarca.

¹⁷ Nouveau Petit Larousse Illustré, ed. 1952: LAGUNE n. f. (ital. laguna). Espace de mer peu profond, voisin de la côte, entrecoupé d'îlots; Venise est bâtie sur des lagunes.

¹⁸ Larousse du XX^e Siecle, 1948: "LAGUNE" n. f. (ital. laguna). Etendue d'eau salés ou saumâtre séparés de la mer par un cordon littoral.

¹⁹ Encycl. Les Lagunes son formées d'ordinaire sur les côtes basses par la mer elle-même, dont le flot rejette sur la côte des sables et

des graviers. Ainsi naît un cordon littoral souvent dépassé par les fortes marées, mais qui, en se fermant, isole de la haute mer des étendues peu profondes d'eau salée". Atención del Dr. Otto de Greiff, quien nos facilitó además diccionarios en latín, italiano, sueco, noruego y danés. Antes de entregarse este trabajo sobre las "Lagunas Colombianas" a la imprenta lo leyó el Dr. de Greiff y bondadosamente corrigió varias imperfecciones del idioma.

²⁰ Laguna = lago o ensenada de agua marina (A. G. Preobrazhensky: Etymological Dictionary of the Russian Language, Columbia University Press, N. Y., 1951. Atención del Prof. Jesús María Castaño).

²¹ Término poco usado en Sur América.

²² El hecho curioso de que la península ibérica sea una de las regiones de Europa más desprovistas de "lagos", puede haber contribuido a esta divergencia.

²³ Traducido del italiano al castellano por Antonio Tomic. Se tradujeron además las citas en alemán e italiano; sin variar se dejaron las del latín, francés e inglés, por tratarse de idiomas más conocidos en el país.

Ernout y Meillet, la palabra *lacūna*, proveyéndola del siguiente comentario:

"... i. e. aquae collectio, a lacu deriuatur, quam alii lacunam, alii lustrum dicunt, Paulus Festi 104, 14; laculla (luculla): fossette [hoyuelo del mentón] (Varrón). Lacūna est le féminin d'un adjectif *lacus comme portūnus a portus, etc.; lacūna scilicet aqua 'eau de citerne', puis la 'citerne' elle-même, 'fosse, bassin' (surtout poétique dans ce sens); et dans la langue commune 'cavité, creux', et par suite 'vide, lacune'. Meyer Lübke 4835; vieux haut allemand *lahha*".

No sé si es exacto el último dato sobre la voz del antiguo alto alemán la cual tendría su continuación en el término alemán Lache. De todos modos conviene mencionar también el anglosajón *lacu* 'río, arroyo', el inglés dialectal *lake* 'lago, pantano', etc., los cuales por otra parte parecen tomados de *lacus* y no de *lacūna*; o de otro origen, según piensan Kluge-Götze, *Etmologisches Wörterbuch der deutschen Sprache*, 15 ed., p. 430.

Por lo demás el 'Dictionnaire étymologique' explica muy claramente el origen y la historia de la palabra. En el latín antiguo el significado no se alejó mucho de 'hoya de aguas muertas'; no existe una acepción análoga a *laguna* del italiano actual, y sólo podemos advertir sus premisas en aplicaciones como la del Itinerarium Alexandri (siglo IV), Cap. 85: *Neque aqua utilis reperta. Quidquid de fluuiis aut rivis ab aestivo in lacunis erat, eo promi ac lingua labentes*, etc., pero donde siempre se trata de charcos dejados en las orillas de los ríos con aguas mermadas durante el verano^(a). No es diferente el uso que se le da a esa palabra en el latín medieval.

En el *Romanisches etymologisches Wörterbuch*, 3 ed., de Meyer Lübke leemos bajo el N^o 4835:

"*Lacūna* 'Sumpf' [pantano]. Veneciano y español: *laguna*; toscano *laguna* 'espacio dejado vacío en un escrito' Salvioni, *Archivio Glottologico*, 14, 493.

Con cambios en el sufijo: mirandés (Portugal) *llagona*, portugués *lagõa*.

Derivación: gallego *lagumento* 'sümpfig' [pantanoso].

Pero es evidente que el significado "espacio vacío en un escrito" dado a la forma toscana "laguna" y al neolatino "lacuna" del siglo XVII es una interpretación alegórica introducida por los humanistas^(b) basada en la acepción vernacular de laguna, o sea "cantidad no pequeña de aguas muertas". Con mucha razón da Tommaseo el último significado mencionado, en su *Dizionario* documentándolo con un pasaje del *Ottimo Commento* sobre el Dante (siglo XIV), *Infierno* I, 22: "Que al pie del valle estuviera una grandísima laguna" y con otro de las *Storie* de F. Serdonati (siglo XVI): "Por la multitud de lagunas de agua, la tierra allí es muy pantano-

(a) Por el latín debo agradecimientos al Dr. H. Humbach, *Privatdozent* de la Universidad de Múnaco, quien ha hecho para mí extractos del fichero del *Thesaurus Linguae Latinae*. [Distingúense las *Notas al pie de las páginas del Prof. Pisani*, con las letras a, b, c, d y e].

(b) No sé cual de ellos había introducido en la terminología filológica este significado de la palabra, comentado por Th. Birt en su *Kritik und Hermeneutik*, Munich 1913, p. 144: "Hablo aquí de lo que nuestros neolatinos designan horripilantemente con la palabra *lacunae*. *Lacunae* son lagunas o charcos. *Omissio, defectio, damnum* sería lo apropiado".

sa y llena de charcos". Se trata por lo tanto de la continuación del significado propio del *lacūna* latino, y no nos explicamos por qué A. Prati en su *Vocabulario etimológico italiano* suministra para *laguna* el significado de 'cuenca de agua salada, separada del mar abierto' añadiendo como autoridad "*Ottimo; Serdonati*" es decir los dos pasajes adoptados por Tommaseo los cuales atestiguan un valor bien diferente. Por lo tanto tendremos que complementar el artículo del *Rom. etym. Wört.* dándole al *laguna* toscano, en cuanto continuador directo del *lacūna* latino además el valor de 'espejo de aguas muertas'.

Dejando por ahora al lado el *laguna* veneciano pasemos a examinar las otras continuaciones señaladas por Meyer-Lübke. Se trata del '*laguna*' español y del *lagoa* portugués (con la variante *llagona*), los cuales ambos equivalen a 'estanque', la voz portuguesa también a '*lago de aguas vertentes*', pero no '*laguna*' (it.). Por la intercesión de nuestro común amigo A. Zamora Vicente, me ha suministrado el profesor Rafaeli Lapesa varias informaciones sobre el empleo de *laguna* en el español antiguo, señalándome algunos pasajes en los cuales, según dice, los casos en que ocurre "parecen estar usados en sentido análogo a laguna' (it.)".

Esos casos son:

Ruy González de Clavijo (siglo XV), *Embajada a Tamerlán*, ed. López Estrada, Madrid 1943, p. 22 s.:

"E esta dicha isla de lango es del Señorío de Rodas; e la villa está poblada de un llano junto al mar; e tiene un castillo pequeño; e entre el castillo e la villa está una grand laguna de agua de mar, que entra dentro, e una puente por do entran al castillo".

Gonzalo Fernández de Oviedo (1478-1557), *Historia natural de las Indias*, Madrid 1851-55, II, p. 203: "Hay dos lagunas en esta isla, la una salobre de agua de mar".

Diego Hurtado de Mendoza (1503-1575), *Poesías, Libros raros y curiosos*, Madrid 1877, p. 142:

"Espantáronse el mar y sus lagunas
De ver subir tan altas sus moradas
Y el crecer de tan súbitas fortunas".

Fray Bartolomé de las Casas 1475-1566, *Apologética historia de las Indias*, 'Nueva Biblioteca de autores españoles', Vol. 13, p. 16: "*como la mar sea tan profunda poco hace el caso para poder impedir a la naturaleza que no entre la mar y haga el dicho lago o laguna*".

Cristóbal Suárez de Figueroa (siglo XVI), *El Pasajero*, Madrid 1913, p. 23: "*Síguese Surgento, con una laguna salada que se congela y endurece por verano*".

Sobre el último pasaje expresa duda Lapesa, haciéndolo seguir de un signo de interrogación, pero como está a la vista, en estos casos pudo tratarse de lagunas en el sentido moderno, como el objeto del cual se habla; pero la palabra *laguna* así usada no como nombre de tal objeto, sino junto con una descripción complementaria, lo cual excluye, sin más, que aquella significara por sí misma una laguna (it.); lo que está demostrado *ad abundantiam* con el pasaje de Bartolomé de las Casas cuando dice *lago o laguna*. A lo más podría existir incertidumbre respecto a *mar y sus lagunas* de Mendoza; pero aquí estamos frente a una obra de poesía y por lo demás *laguna* significaría aquí más bien en-

senada, reflejando los versos españoles los de Horacio, Carmina, III, I, 33;

*Contracta pisces aequora sentiunt
iactis in altum molibus,*

o de Carmina, II, 18, 19:

*struis domos
marisque Baiis obstrepentis urgues
submovere litora,
parum locuples continente ripa.*

En resumen, las diversas lenguas romances atestiguan un significado antiguo 'espejo de aguas estancadas'; el significado moderno del *laguna* italiano es una innovación.

¿De dónde provino esta innovación? El *Dizionario etimológico italiano* de Battisti y Alessio no es muy claro a este respecto por cuanto no hace distinción entre el *laguna* toscano con el significado arriba establecido y el *laguna* más reciente, por lo tanto se contenta con indicar como primer testimonio el del siglo XVI (es decir el *Ottimo Commento*) y con dar la siguiente etimología: "voz de procedencia septentrional (veneciana), latín *lacūna* [scil. *aqua*] de un adjetivo **lacūnus* derivado de *lacus* 'lago'... del italiano, el francés *lagune* (año 1609) y de éste el alemán *Lagune* (año de 1784) y el inglés *lagoon* (1673)".

Todo lo cual, o casi todo, requiere ser rectificado. Antes de todo, el *laguna* más antiguo, comprobado en Toscana desde el siglo XIV, pudo muy bien no provenir del Norte y mucho menos de Venecia (-g- de -c- es un fenómeno también toscano aún cuando no extendido a todo el material lingüístico: comparar *lago* de *lacus*, etc.); luego el *Lagune* alemán en el sentido de Pfütze [charco] está comprobado para fines de 1727, mientras que por el año de 1784 surge el empleo con el significado de 'Haff, Strandsee' (Kluge-Götze, Etym. Wb. der dt. Spr. 15 ed., p. 432); y finalmente, el *lagoon* inglés está comprobado para fines de 1612, y su origen debe ser el italiano, ya juzgado por su forma fonética: la *oo*, pronunciada *u*, reproduce el sonido de la *u* italiana y no el de la francesa! Si el Shorter Oxford English Dictionary, I, p. 1099 da indiferentemente como origen: "It., Sp. *laguna* o Fr. *lagune*", esto no cuenta, por el significado en español y por la forma en francés.

En cambio se expresan bien los diccionarios etimológicos franceses, por ejemplo el Bloch-Wartburg, 1 ed., II, p. 2: "*Lagune, 1609... Emprunté de l'italien 'd'origine vénitienne laguna... s'est dit d'abord des lagunes de Venise; autrement ne désigne que des espaces de mer analogues*". Por cierto el *dicc. de Littré* cita tres pasajes de Voltaire, Buffon y Cuvier, como testimonios para el significado de "espace de mer peu profonde et entrecoupée par des haut-fonds au des îlots"; y todos los tres se refieren a Venecia.

Por lo menos este es el caso del inglés: el texto de 1612 citado del grande diccionario de Oxford [Court and Times of James I (1848), I, 184] dice: *He was observed that day to row to and fro in the laguna (c) towards Murano, to see what show his house made*".

Los testimonios italianos más antiguos que conozco son los citados del *Vocabolario della Crusca*, es decir el verso 166 de las Abejas (*Api*) de Rucellai y un pasaje de Giannotti. En la obra de Rucellai leemos (verso 165 etc.):

*Come dentr'ai navai de la gran Terra
Fra le lacune (d) del mar d'Adria posta,
Serban la pece la togata gente, etc.;*

y en Giannotti (*Op.* II, 19): *La città di Vinegia è posta sopra quelle isolette nelle lagune del mar Adriatico*. La primera edición de las Abejas es de 1539; el *Dialogo della Repubblica dei Veneziani* de Giannotti apareció en 1540: una sesentena de años antes de que encontremos en Francia e Inglaterra, a través de Florencia, la palabra *laguna* en la nueva acepción; y también aquí se trata de las lagunas de Venecia. Esto acontece más tarde igualmente con Tasso, quien en una carta (citada en el diccionario de Tommaseo) habla de las *lacune di Comacchio*; y es necesario llegar, por lo menos de acuerdo con los textos que me constan, al siglo XVII, para ver el vocablo aplicado al fenómeno geográfico sin limitaciones a una sola localidad, es decir a la definición dada por Guglielmini (1655-1710) en el tratado sobre la Naturaleza de los ríos (Bologna 1697) I, 55, pero aún ésta, según creo, a través de Tommaseo: "Las lagunas están pues hechas de las aguas marinas separadas del mar por medio de los bancos o fajas de arena".

De todo esto me parece que se debe sacar la siguiente conclusión; el *lacūna* latino ha permanecido, en la forma de *laguna* en el español, toscano y (a través de **lagōna*) portugués con el viejo significado de 'espejo de agua, generalmente estancada'; en veneciano la palabra, también aquí devenida *laguna*, ha quedado usándose para indicar los espejos de aguas formados por el mar, y a continuación de lo cual su significado se ha restringido a lo de 'hoya de aguas saladas formadas del mar, dividida de este mediante lenguas de tierra las cuales no obstante dejan acceso para una comunicación directa con el mismo mar'. De Venecia la palabra, en su nueva acepción, llegó a Florencia donde se ancló al término florentino tradicional, absorbiéndolo lentamente. Desde Venecia y luego del italiano literario, ella se ha difundido, siempre en su acepción peculiar veneciana, a Francia y a Inglaterra, donde no encontró predecesores homófonos como en Florencia. En cuanto a Alemania, es posible que el *Lagune* 'Pfütze' (charco) más antiguo hubiese provenido de Italia y el más reciente 'Haff, Strandsee (lago costero)' de Francia; y que se habría desarrollado una lucha entre los dos homónimos, análoga a aquella que había tenido lugar en Florencia.

Lo interesante es que en cada una de las diferentes lenguas, partiendo de la designación de las lagunas de Venecia, la palabra *laguna* se haya convertido en un término científico de la geografía, que indica un fenómeno natural el cual si bien tiene su exponente más típico y más conocido en Venecia, no es sin embargo exclusivo de esa localidad. Y con tal sentido encontra-

La grafía *lagoon* que he visto comprobada para fines del siglo XVIII (Piozzi 1789, Cook 1769) debe ser la exacta reproducción de la pronunciación con *u*, propia del vocablo cuando primeramente se estableció en Inglaterra.

(d) Así, con *c* (cito de la edición de Mazzone, Bologna 1887); cree que Rucellai quiso ennoblecer la palabra, en poesía, acercándola de nuevo al latín. Por lo menos esto es lo que ocurre en la carta del Tasso que se cita más abajo.

(c) La forma *laguna* demuestra una vez más que la palabra proviene del italiano. En citas de 1697, 1716 y 1763 aparece, en cambio, *lagune*, lo que puede representar el influjo de la forma francesa, si no es el plural de la italiana o una adaptación a la inglesa.

mos en las enciclopedias las definiciones de este término.

Por ejemplo, *Enciclopedia Italiana* XX, 382: "Se llaman lagunas los espacios de aguas poco profundas a lo largo de las costas, separados del mar por medio de cinta de tierra... y al mismo tiempo comunicados directamente con el mar abierto... Con las lagunas no deben ser confundidos los lagos costeros que carecen de comunicación directa con el mar, etc." ²².

Der grosse Brockhaus, 15 ed., XI, 38: *seichter Strandsee an Flachküsten, meist durch schmale, langgestreckte Sandablagerungen... vom offenem Meer getrennt*".

The Century Dictionary IV, 3331: "An area of shallow water, or even of marshy land, bordering on the sea, and usually separated from the region of deeper water outside by a belt of sand or of sand-dunes, more or less changeable in position", etc. (°).

Tendría que hacerse una investigación para ver cuándo y dónde tuvo lugar la transformación del término *laguna* de nombre particular de laguna veneciana a término geográfico no limitado a ninguna localidad. Que el hecho haya sucedido primeramente gracias a los escritos de un viajero, explorador o geógrafo y que desde ello se haya extendido a toda el área internacional en la cual su uso quedó comprobado, esto creo debe aceptarse a priori como lo más probable. Pero una semejante investigación excede los límites que me he impuesto para escribir estas líneas. Sólo aludiré al hecho que, según el material presentado por el diccionario de Oxford, la transformación debió haber tenido lugar en Inglaterra hacia fines del siglo XVII. Mientras que en el pasaje del año de 1612, ya referido por nosotros *laguna* es todavía casi un nombre propio (*to and fro in the laguna towards Murano*), y en uno de 1673 (Ray, *Journ. Low. C.* 8) no se designan sólo como *lagunas* las de Venecia, sino que esta palabra recibe la adición de un vocablo inglés que la aclara a los lectores (*the Lagune or Flats about Venice*), y en uno de 1697 el término se ha vuelto genérico en Dampier, quien en sus *Voyages* (I, 241) habla de una laguna en la costa mejicana, pero acompañando la palabra de una glosa: *They went into a Lagune, or Lake of Salt-water. The mouth of this Lagune is not Pistol-shot wide*. En 1716 la *London Gaz.* N° 5407/2 dice que *people have come over the Lagune on the Ice*. En 1763 escribe W. Roberts, *Nat. Hist. Florid* 8: *This river... forms a lagune at the mouth*. Y en 1769 surge aquella nueva aplicación del término al indicar con él la "laguna" formada en un atolón, y esto en Cook, *Journal* 4 de abril, 1755: *Found it to be an*

²² Nota del traductor: Estos podrían llamarse ciénagas.

(°) Adopciones similares de nombres locales de un fenómeno, como términos geográficos generales pueden observarse por ejemplo en la palabra noruega-danesa *fiord* o *fjord*, en alemán *Fjord*, en inglés *fiord* o *fjord*, en francés *fiord* o *fjord*, en italiano *fiordo*, la cual se está empleando no sólo para indicar los "fiordos" noruegos, sino también formas costeras similares de varias regiones, especialmente en América; o en la palabra eslovena [Yugoeslavia] *dolina* que los geógrafos alemanes adoptaron para designar una "hondonada redonda en regiones calcáreas, muy frecuente, por ejemplo, en la superficie del Carso (Karst)" (*Der Grosse Brockhaus*, 15 ed., V, 13) que tiene pues su punto de origen en el Carso; o en *lido*, procedente de Venecia como *laguna* y del cual el mismo Brockhaus (XI, 407) dice: "equivale a costa, ribera, especialmente a cinta de tierra entre lagunas y mar. El más conocido el del *lido* de Venecia", etc.

Island of an Oval form, with a lagoon in the Middle, for which I named it Lagoon Island.

Ahora queda pendiente el problema: puede emplearse el vocablo *laguna* en español con el valor del término geográfico que él tiene en italiano, francés, alemán, inglés y también en ruso, etc.? Existe, es cierto, en español como ya habíamos visto la palabra *laguna* que el Diccionario de la lengua española, 17 ed. (1947) define así: "Depósito natural de agua, generalmente dulce y por lo común de menores dimensiones que el lago". Pero no veo que esta acepción de la palabra pueda constituir un obstáculo a la acogida del nuevo significado (lag. it.), esto no ha ocurrido ni en el florentino ni en el alemán, y el caso se sumaría a la bien conocida y difundida categoría de los calcos semánticos.

En consideración a la tendencia actual de constituir para cada ciencia individual una nomenclatura rigurosamente establecida y de términos en lo posible internacionales, sostengo que el geógrafo o geólogo que al escribir en español, empleara *laguna* con el nuevo significado, suministrando, bien entendido, la precisa definición del valor dado por él al término, creo que así contribuiría al enriquecimiento del léxico científico español y es muy probable que vería acogida su innovación, por lo menos en el lenguaje de los especialistas.

Hasta aquí el profesor Pisani.

El uso de las dos palabras, lago y laguna, en el castellano popular se desvía entonces de las convenciones internacionalmente aceptadas en la geomorfología y la geografía física, mientras que en las otras lenguas europeas sí hay correspondencia con el uso científico. Esta diferencia entre la interpretación popular y la científica de la palabra parece ser la causa de mucha confusión, porque es inevitable que el geomorfólogo, el geógrafo y el geólogo de habla castellana recurra de vez en cuando al vocablo científico. Presentamos como ejemplo extremo de confusión terminológica el caso de la *Laguna Madre de Tamaulipas* (Méjico) que mide 225 km. de Sur a Norte y 25 a 40 km de anchura, la cual a pesar de su nombre español, no corresponde a *laguna cast.* sino a *laguna it.* Este ejemplo de confusión entre designaciones limnológicas en la lengua castellana (y portuguesa) podría fácilmente complementarse con varios otros, aunque menos espectaculares.

En el mencionado artículo, Helí Moreno Otero quería aparentemente llegar a una definición de la palabra laguna en el sentido del castellano popular. Consideramos que su propuesta de llamar lagunas los lagos de una profundidad menos de 10 metros, es un gran paso adelante, porque así muchas llamadas lagunas colombianas recobrarían su legítimo nombre de lagos de acuerdo con la nomenclatura internacional. Además, la mayor parte de las aguas, llamadas científicamente lagunas, son de hecho muy poco profundas. Sin embargo, nos permitimos sugerir se haga otro paso más adelante, porque nos parece que una definición cuantitativa aplicada a fenómenos naturales, tal como la que propuso el doctor Moreno Otero, no puede mantenerse, como no se puede mantener una clasificación de, digamos, amonites por el peso o por el tamaño.

El castellano dispone para masas de aguas semejantes a lagunas (it.) de las palabras *albariza*, *albina* y *albufera*. La Enciclopedia Espasa las define de la siguiente manera:

albina (del lat. albina, fem. de albinus, propio del color blanco) f. Estero²³ o laguna que forman las aguas del mar en las tierras bajas de la costa. Dícese también albina de marismas²⁴.

El origen de las dos palabras, se relaciona probablemente con el color del lodo en las playas. Por esta conexión y por el significado parece que las dos palabras no se prestan para sustituir el laguna (it.).

Nos queda la palabra albufera o albuhera, del árabe al-bo-heira, diminutivo de "bahr", mar = pequeño mar²⁵. Nombre de varias lagunas²⁶ de España. La más grande está al sur de Valencia con una superficie de 45 km², profundidad hasta 5 m. Con las variantes "Albuhera", grandes lagunas (cast. sic!) en las provincias de Cáceres y Ciudad Real, y también "Alguera".

Dejemos a un lado la cuestión si la palabra albufera sustituye por completo el término laguna (it.), o si más bien es conveniente reservarla para *cierto tipo* de lagunas (it.). Este asunto no se podrá decidir fundadamente a base de las enciclopedias españolas o semejantes fuentes de información porque las definiciones que presentan no son suficientemente explícitas desde el punto de vista científico. Hace falta en este caso como primera medida establecer qué masas de agua llevan el término albufera en el país originario, o sea en la península ibérica, y luego es necesario el estudio geomorfológico comparativo y concluyente de tales casos. Lo mismo podría decirse por lo tanto de "albina" y "albariza".

Aceptemos por el momento, que la costumbre ya bastante arraigada entre los científicos y naturalistas de habla castellana de sustituir laguna it. por albufera, es correcta y bien fundamentada. Aparte de la desventaja de no ser una forma internacionalmente reconocible y sin probabilidad de volverse término internacional, el vocablo no es necesariamente inferior a laguna it. y bien podría sustituirlo en el territorio de habla castellana.

Pero, para evitar confusiones y para conformarnos con las costumbres internacionales (motivos también convincentes para Helí Moreno Otero) no nos parece recomendable el uso de la palabra "laguna" con el significado de lag. cast., especialmente porque la lengua dispone del adecuado, castellanísimo, latinísimo e internacionalmente conocido término "lago", el cual además puede complementarse con "ciénaga". En cambio nos parecería adecuado y práctico se aplicara la definición de laguna (cast.) de Helí Moreno a las "ciénagas", las

²³ Por "estero" hay conexión con el "liman" ruso. Consultando Stieler's Handatlas parece que por ejemplo las desembocaduras de los ríos Tajo y Sado (Portugal) tienen formas muy semejantes a los limans rusos. Pero sólo un estudio geomorfológico más detallado podría establecer si se trata de fenómenos equiparables.

²⁴ Marisma (del lat. maritima, de mare, el mar) f. terreno bajo y pantanoso a orillas del mar. — Mar. Tierra atarquinada o cenagosa que queda con las idas y venidas de agua de mar o río. Acad.

²⁵ Compárese la analogía en derivación con el escandinavo "haf".

²⁶ Creíamos que las albuferas tenían en España consistentemente el valor de laguna (it.), y en consecuencia para la Enciclopedia Espasa sea una expresión equivalente a laguna (it.). Pero la misma Espasa trae también ejemplos de un uso contrario, es decir albufera = lago, lo que se vé en Albuhera o Albufera usados como nombres propios. Además menciona la Espasa "La Albufera — gran estanque, construcción romana en la provincia de Badajoz, a 6 kilómetros de Mérida. Todos los tres son ejemplos de masas de agua en el interior, el tercero hasta artificial? Por último dice la Espasa albufera — it. vasca, stagnò (= cast. ciénaga, estanque?) y alemán "Haff" que es laguna (it.).

cuales serían entonces lagos poco profundos y por las propias leyes de la naturaleza generalmente provistos de riberas pantanosas. Además podría aplicarse "ciénaga" a las antiguas lagunas (it.) cuando han perdido su conexión con el mar.

Está claro que según el criterio internacionalmente aceptado por los mencionados idiomas europeos y por la geomorfología, no puede haber lagunas ni en Suiza, ni en Cundinamarca, por lo tanto debiera hablarse aquí de los lagos de Fúquene, Guatavita, Suesca, etc. De la misma manera se concluye que casi todas las lagunas del resto de Colombia debieran llamarse simplemente lagos o ciénagas. Con los ejemplos presentados en los capítulos anteriores, el lector se habrá convencido de que el país tiene verdaderas lagunas en sentido moderno, de acuerdo con las definiciones anteriormente desarrolladas. Realmente, aquí existen ejemplos que por su belleza y como casos típicos no son inferiores a los que en Europa se han calificado de "clásicos". La descripción y el análisis de los factores que influyen en su desarrollo era la finalidad de este artículo, el cual, esperamos, habrá contribuido a que el lector se familiarice con el ambiente fisiográfico y con los problemas característicos de las regiones lagunares.

Bogotá, febrero de 1956.

POSTSCRIPTUM. Después de terminado este estudio sucedieron dos importantes acontecimientos en conexión con el tema tratado:

El primero, la publicación del artículo de Bruce C. Heezen, "Corrientes de turbidez del río Magdalena, Colombia" en el Boletín de la Sociedad Geográfica de Colombia, vol. XIV, números 51-52, 3º y 4º trimestre de 1956, en el cual se demuestra la acción de las corrientes de turbidez (o de turbieza) en el delta del río Magdalena, hecho que nosotros sólo habíamos supuesto (final de la Sección II-4).

El segundo, la creación de una sección oceanográfica en la Marina Colombiana como consecuencia directa de las actividades internacionales desarrolladas para el Año Geofísico de 1958.

Los estudios oceanográficos a lo largo de las costas colombianas sin duda aclararán los fenómenos que han conducido a la formación de lagunas, fenómenos estos que nosotros sólo pudimos indicar de una manera muy general.

Febrero de 1958.

Los autores expresan sus agradecimientos más sinceros al R. P. Jesús Emilio Ramírez, S. J., por su continuo interés, que fue un estímulo para terminar este trabajo, y por el suministro de importantes datos meteorológicos; al Dr. Luis Guillermo Durán, quien hizo varias sugerencias después de leer gran parte del texto; y al Dr. Luis María Murillo, quien con su generosa acogida y apoyo entusiasta hizo posible la publicación de "Las Lagunas de Colombia" y la buena presentación de las láminas.

A doña Dabeyba de Cuervo, cartógrafa del Instituto Geofísico, e inteligente colaboradora del doctor Raasveldt, se debe el que se puedan editar sus obras después de la salida del país de este destacado científico. Nota de la D.