

DINAMICA SEDIMENTARIA EN LA BAHIA DEL GUAMACHE, DEDUCIDA DEL ANALISIS VECTORIAL DEL TAMAÑO MEDIO DE LOS GRANOS

MARTIN LLANO

*Estación de Investigaciones Marinas de Margarita (Edimar)
Fundación La Salle de Ciencias Naturales, Apdo. 144, Porlamar, Isla de Margarita, Venezuela.*

RESUMEN: En el análisis granulométrico, el tamaño medio de los granos se interpreta como Energía Cinética Media (ECM). Basado en el hecho que la energía se disipa desde zonas de alta energía hacia zonas de baja energía, se puede considerar que la diferencia entre las ECM de dos estaciones adyacentes, es un indicativo del gradiente de disipación entre la dos estaciones; así como de su dirección. La comparación entre el gradiente de disipación y el tamaño medio del grano encontrado para cada muestra de sedimentos permite inferir sobre el proceso dominante en cada estación. Esta metodología se aplicó en 16 muestras de sedimentos superficiales, colectadas en la Bahía del Guamache. La granulometría se llevó a cabo por medio de la hidrometría y el tamizado en columna Tyler, con intervalos de un grado Phi. Una vez calculada la energía de disipación entre estación y estación, se procedió a construir el cuadro vectorial y se calculó gráficamente el vector resultante. Por último la comparación entre la disipación resultante y el tamaño medio del grano para cada estación, permite visualizar el fenómeno sedimentario que allí predomina. Si el valor de la disipación resultante es mayor que el tamaño medio del grano, predomina la sedimentación, mientras que al contrario, el transporte es el fenómeno preponderante.

ABSTRACT: For granulometric analysis the mean grain size was used as an indicator of Mean Kinetic Energy (MKE). Based on the fact that energy diminishes from high energy areas towards low energy areas, it is possible to consider the MKE difference between two close sedimentological stations as an indication of energy reduction and direction. Comparing the results for each sample, it is possible to know dominant process in each station. This methodology was applied to 16 samples of surface sediments from Guamache Bay. Grain size analysis was made by Tyler Column with one Phi interval. Once the energy gradient was known between each pair of stations, a vectorial picture was made and the result and vector calculated graphically. Finally, the relation between these results and the mean grain size in each station allowed us to know the main process occurring at that location. If energy dissipation is higher than mean grain size sedimentation is the dominant process. On the other hand, if mean grain size is higher than energy dissipation, sedimentary transport is the dominant process.

INTRODUCCION

La creciente presión que ejerce la población humana sobre todos los tipos de costas, con objeto de desarrollar allí sus más diversas actividades, hace que el estudio de la dinámica marina y muy especialmente la dinámica sedimentaria, sean consideradas de máxima importancia. Desde la seguridad, depende del conocimiento profundo que se tenga de la magnitud, características y comportamiento de esta dinámica.

Se considera en términos generales, que la dinámica sedimentaria puede llegar a ser conocida de manera aproximada a partir del estudio granulométrico de los sedimentos, siendo muchos los investigadores que han orientado hacia este campo sus esfuerzos, entre los que cabe destacar a DOUGLAS (1946), FOLK & WARD (1957), y VISHNER (1969).

Dentro de los parámetros granulométricos que se acostumbra estudiar, está el tamaño medio de los granos,

el cual es frecuentemente interpretado en términos de energía cinética media (ECM), del ambiente deposicional (ALVAREZ, 1987), quien además emplea estos datos para interpretar empíricamente corrientes de fondo.

LLANO *et al* (1988), presenta una variante de la metodología propuesta por ALVAREZ (1987), la cual consiste en considerar que entre dos estaciones, se puede presentar un gradiente de Energía cinética media, de dirección y magnitud susceptibles de ser conocidas.

La disponibilidad de una dirección y una magnitud implica la tenencia de un vector, por lo tanto, la aplicación del análisis vectorial al conjunto de vectores presentes en cada estación permite la obtención de una resultante.

Esta resultante puede ser interpretada en términos del proceso sedimentario dominante en cada estación.

LLANO (1988) aplica esta metodología en la Laguna costera de Punta de Piedras, y en este trabajo se pretende observar su comportamiento y aplicabilidad en un ambiente marino diferente como es la Bahía del Guamache.

DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

La Bahía del Guamache, está ubicada entre los $10^{\circ}51'45''$ y los $10^{\circ}54'00''$ de Lat. N y los $64^{\circ}03'17''$ y $64^{\circ}06'20''$ de Long. W., en la costa meridional de la Isla de Margarita. Es una Bahía que se abre al mar por su costado suroccidental, originada por el crecimiento de una flecha arenosa, la cual es estabilizada por el desarrollo de un manglar.

El aporte de sedimentos que se suman a la flecha provienen del material que transporta la corriente a todo lo largo del trayecto entre la isla de Margarita y Cochi, de dirección este-oeste, la cual es responsable de la orientación de la flecha.

Tiene una profundidad máxima de 15 m y las isóbatas siguen en términos generales el delineamiento costero (Fig. 1).

Los sedimentos superficiales son generalmente arenas finas, o arena fangosa, a excepción de las estaciones 4 y 11, que presentan arena gravosa, debido a un alto contenido de fragmentos de conchas de moluscos. El color de estos sedimentos varía desde verde oliva en las estaciones más profundas, hasta pardo claro, en las estaciones próximas de la costa.

METODOLOGIA Y RESULTADOS

En abril de 1985, se colectaron 16 muestras de sedimentos superficiales, en las estaciones indicadas en la Fig. 1.

Estas muestras fueron recogidas con una draga tipo Petersen manipulada desde la embarcación "DOÑA TERESA", las cuales se congelaron hasta el momento de su análisis. La granulometría se realizó por los métodos tradicionales de hidrometría y tamizado en columna tyler de un grado phi de intervalo, tal y como es descrito por SAIU (1965).

El tamaño medio de los granos, (Tabla 1), fue calculado según la fórmula propuesta por FOLK & WARD (1957), a partir de percentiles obtenidos matemáticamente por interpolación desde los intervalos en la distribución de frecuencias acumuladas, por el método del cómputo directo (HABER & RUNYON, 1973).

Los valores de la media son interpretados en términos de energía cinética media (ECM), (Tabla 1), y a partir de ellos se determina el sentido de la disipación energética de forma gráfica (ALVAREZ, 1987; LLANO *et al*, en prensa) (Fig. 2).

La Fig. 2 presenta los valores de la ECM en las ordenadas, en forma decreciente, mientras que en las abscisas se presentan todas las combinaciones posibles de pares de estaciones cercanas. El sentido de cada vector entre dos estaciones se grafica en forma descendente, pudiéndose visualizar de esta forma, el concepto de disipación de la energía, desde zonas de alta concentración hacia zonas de baja concentración.

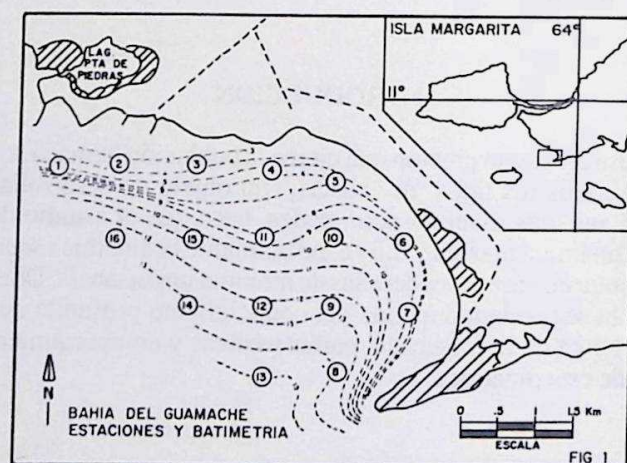


Fig. 1.- Ubicación geográfica relativa de la Bahía del Guamache. Batimetría y estaciones de Muestreo.

TABLA 1.- COMPOSICION GRANULOMETRICA PORCENTUAL, CLASIFICACION SEGUN SHEPARD, TAMAÑO MEDIO DE LOS GRANOS E INTERPRETACION DE LA ECM, Y DEL ANALISIS VECTORIAL PARA 16, MUESTRAS DE SEDIMENTOS DE LA BAHIA DEL GUAMACHE.

Est.	COMPOSICION %			TEXTURA PRINCIPAL	CLASIFICACION Shepard Δ	MEDIA (Mz Ø)	INTERPRETACION EN TERMINOS DE ECM	MAGNITUD DEL VECTOR RESULTANTE	FENOMENO SEDIMENTARIO PREPONDERANTE
	GRAVA	ARENA	FANGO						
1	0,42	96,06	3,49	ARENA MEDIA	ARENA	1,59	ALTA	0,63	TRANSPORTE
2	3,77	92,92	3,29	A. GRUESA	ARENA	1,19	ALTA	2,10	SEDIMENTACION
3	6,37	90,61	3,0	A.	"	1,05	"	2,45	"
4	7,34	89,56	3,08	A.	"	1,01	"	1,20	SEDIM./TRANS.
5	0,34	95,80	3,84	ARENA FINA	"	2,46	MODERADA	3,63	SEDIMENTACION
6	0,33	75,83	23,76	A. MUY FINA	A. FANGOSA	3,69	"	3,61	TRANS./SEDIM.
7	0,23	76,99	22,77	A.	A.	3,65	"	3,06	TRANSPORTE
8	0,48	91,62	7,88	A.	ARENA	2,50	"	1,36	"
9	0,68	90,45	8,91	A.	"	3,06	"	3,96	SEDIMENTACION
10	0,70	99,05	0,24	A. GRUESA	"	1,41	ALTA	5,20	"
11	17,54	77,64	4,81	A. MEDIA	A. GRAVOSA	0,75	"	3,23	"
12	0,25	96,62	3,12	A. FINA	ARENA	2,48	MODERADA	3,60	"
13	0,43	86,49	13,07	A. MUY FINA	"	3,50	"	1,95	TRANSPORTE
14	0,55	93,86	5,57	A.	"	2,88	"	3,00	SEDIM./TRANS
15	0,29	96,10	3,60	A. FINA	"	2,28	"	4,06	SEDIMENTACION
16	3,10	90,76	6,13	A. MUY FINA	"	2,48	"	3,13	"

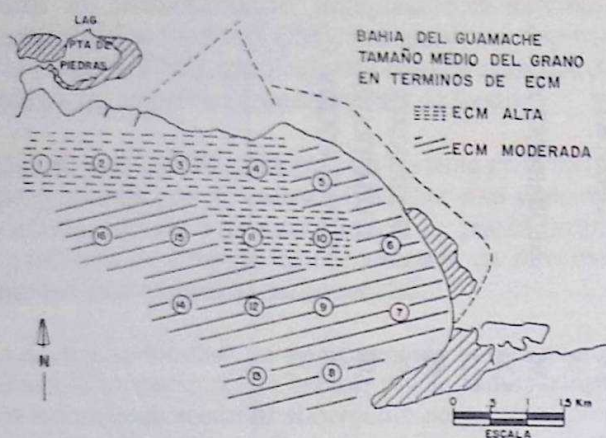


FIG 2

Fig. 2.- Interpretación del tamaño medio de los granos en términos de Energía Cinética Media, para la Bahía del Guamache.

Posteriormente se calcula la magnitud de la disipación energética, restando los valores de las medias correspondientes a cada par de estaciones, y este valor, obtenido en grados phi, es la magnitud de dicha disipación. (Fig. 2).

Con los vectores obtenidos para cada estación, se elaboró un "cuadro vectorial", en combinación con las estaciones vecinas más próximas, a partir de los cuales, se calculó el "vector resultante", aplicando para ello la propiedad fundamental de los vectores y empleando la regla del polígono para realizar la suma. La magnitud en unidades phi del vector resultante, se determina gráficamente (Fig. 3, Tabla 1).

Por último se trasladan los vectores resultantes, sobre cada estación, en un mapa de la zona de estudio. (Fig. 4).

Para la interpretación de las resultantes vectoriales se estudia de una parte la dirección y de otra la magnitud. La dirección del vector resultante es el sentido en que se lleva a cabo la disipación energética de las corrientes de fondo que están aportando el sedimento y permiten visualizar, en cierta forma, la circulación de fondo en el área de estudio.

La magnitud de la resultante vectorial, que por estar calculada a partir de los valores del tamaño medio de los granos, su unidad es el grado phi (KRUMBEIN, 1936), es empleada para ser comparada con el valor del tamaño medio del grano de cada estación. Si en una estación, la magnitud del vector resultante es mayor que el tamaño medio del grano para esa estación, se considera que el fenómeno

predominante es la depositación, pues la corriente no será suficiente para mantenerlo en suspensión (transporte). Si por el contrario, la magnitud del vector resultante es inferior al tamaño medio del grano, el transporte de sedimentos será el fenómeno dominante, ya que la energía de la corriente será suficiente para mantener muchos granos en suspensión.

En aquellos casos en que la magnitud es igual, o muy cercana al tamaño medio, se considera que no hay predominancia de ninguno de los dos fenómenos. Tabla 1), presentándose muy probablemente alternancia de sedimentación y transporte.

DISCUSION

El análisis vectorial del tamaño medio de los granos, para la Bahía del Guamache, muestra que todas las estaciones presentan predominancia por el fenómeno de sedimentación de material, a excepción de las estaciones 1, 6, 7, 8 y 13. Dentro de las estaciones que presentan sedimentación, se pueden distinguir dos grupos, un primer grupo formado por las estaciones 2, 3, 4, 10 y 11, donde el material depositado está compuesto principalmente por arena gruesa o media y fragmentos de conchas, mientras que el segundo grupo, compuesto por las estaciones 5, 9, 12, 14, 15 y 16, se caracteriza por procesos de depositación de material fino o muy fino. Se puede observar que estos dos grupos están repartidos geográficamente, en función de la energía, el primero en la parte costera del norte de la bahía, mientras que el segundo, en la parte interna y profunda. Este último grupo, es el que contribuye con la formación y crecimiento de la flecha, lo cual se deduce de la dirección en la cual se efectúa la disipación energética.

Las estaciones 1, 6, 7, 8 y 13, las cuales se caracterizan por presentar fenómenos de transporte, a su vez, se puede dividir en dos grupos. El primero, conformado únicamente por la estación 1 y caracterizado por el transporte de arena media, para lo cual se requiere de una ECM alta, mientras que en el segundo grupo, conformado por las estaciones 6, 7, 8 y 13, el material transportado es arena muy fina. En este caso, una ECM moderada, es suficiente para realizar el transporte.

Por último, se observa que la dirección en la cual se realiza el transporte es la estación 1, y si consideramos que la estación 4 está en el límite entre la depositación y el transporte ya que el valor de la resultante es muy cercano al valor del tamaño medio de los granos, podemos visualizar una región costera por la que entran sedimentos hacia la parte interna de la Bahía. Así como por la estación 8, que presenta su dirección de transporte hacia el

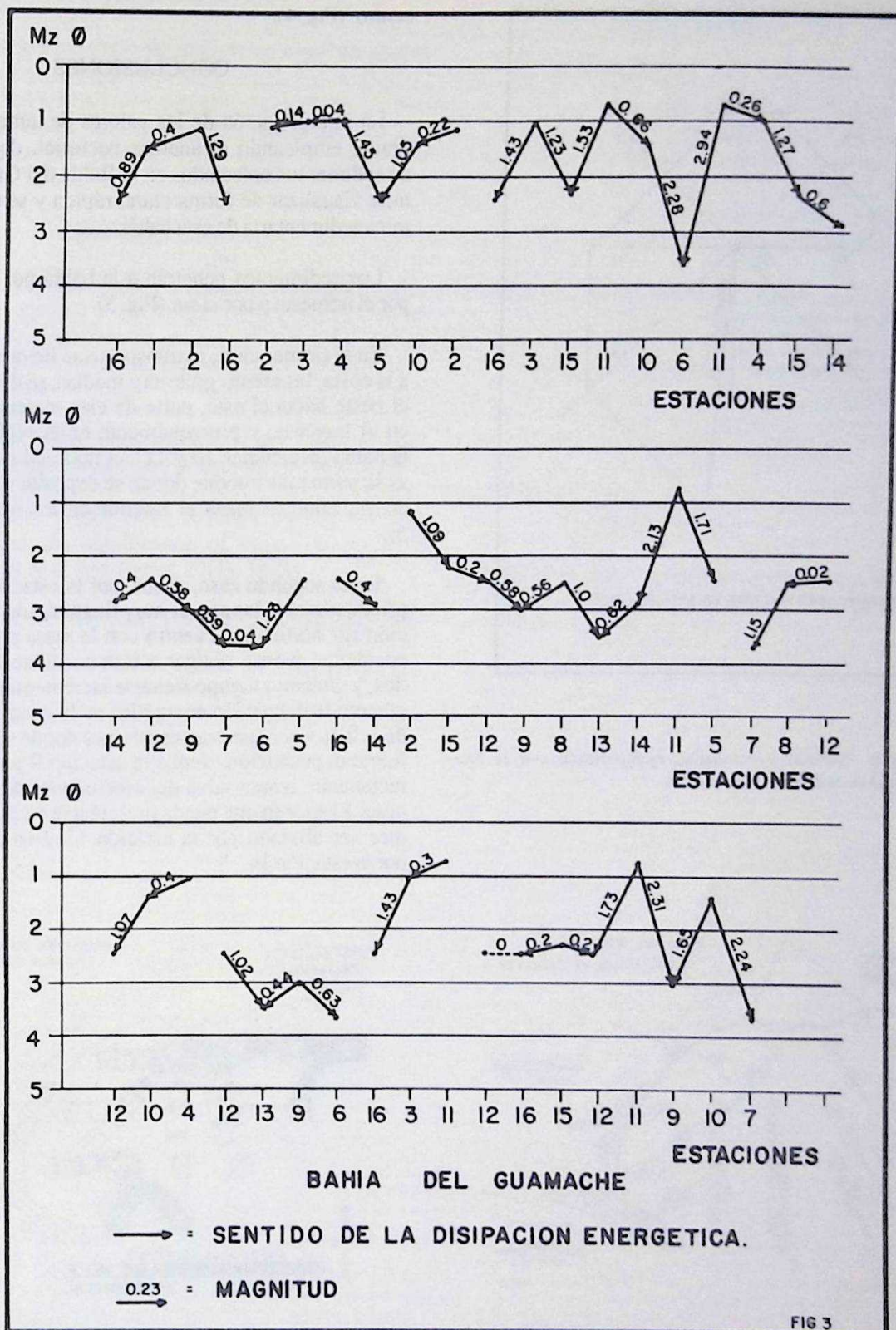


Fig. 3.- Sentido y magnitud de la disipación energética para 16 estaciones en la Bahía del Guamache.

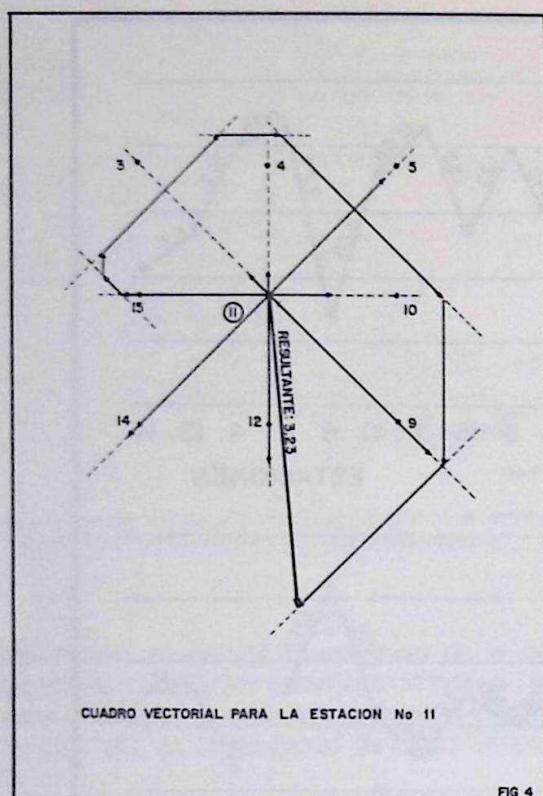


Fig. 4.- Cuadro vectorial y resultante, ejemplificado con la estación 11 de la Bahía del Guamache.

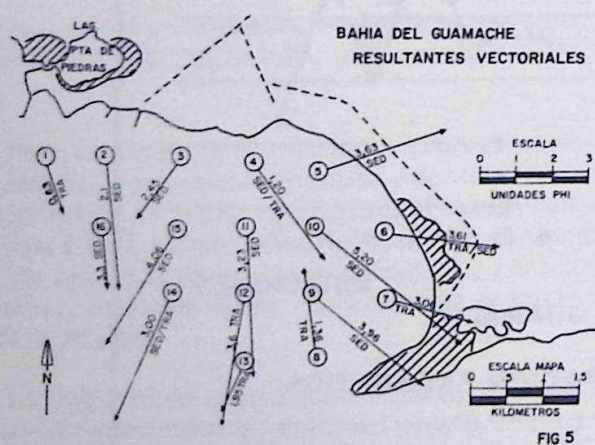


Fig. 5.- Resultantes vectoriales para las 16 estaciones de la Bahía del Guamache.

centro. (Fig. 4).

CONCLUSIONES

La interpretación de los valores de tamaño medio del grano, empleando el análisis vectorial, de las muestras de sedimentos colectados en la Bahía del Guamache, permite visualizar de forma clara, rápida y sencilla, la dinámica sedimentaria de esta bahía.

Los sedimentos penetran a la bahía por dos regiones, por el noroeste y por el sur (Fig. 5).

En el primer caso, el transporte se lleva a cabo pegado a la costa, las arenas gruesas y medias, se desplazan desde el oeste hacia el este, parte de este material se deposita en el trayecto, y principalmente en la región central de la bahía (estaciones 10 y 11), el material más fino alcanza la parte más interna, donde se deposita o es transportado suavemente hacia el interior de los manglares (Fig. 5).

En el segundo caso, al sur, por la estación 8, ingresan principalmente las arenas muy finas, siguiendo una dirección sur-norte, el encuentro con la masa proveniente del occidente, parece obligar a esta corriente a dividirse en dos, y al mismo tiempo frenarse incrementando por consiguiente la disipación energética en la zona, por ello, a lado y lado se encuentran estaciones donde se presenta una fuerte depositación, donde la estación 9 parece ser la directamente responsable del crecimiento de la flecha arenosa. El exceso que pueda presentarse en este sistema parece ser aliviado por la estación 13 y en algunos casos por la estación 14.

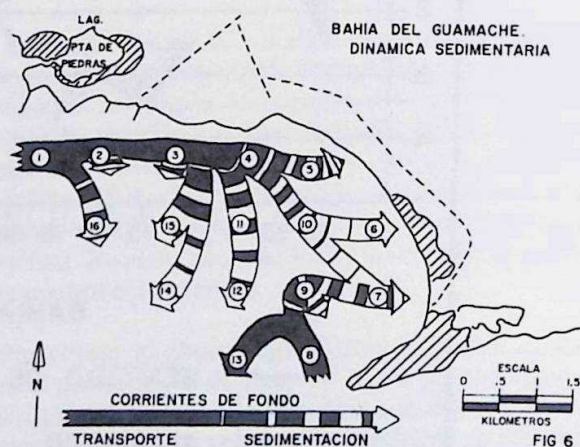


Fig. 6.- Dinámica sedimentaria en la Bahía del Guamache deducida del análisis vectorial.

AGRADECIMIENTOS

El autor desea expresar su más sincero agradecimiento a los técnicos del laboratorio de Geología Marina de EDIMAR, PEDRO I. GUEVARA y ANGEL ARMAS, por el análisis granulométrico de las muestras; así como al Lic. RAMON VARELA, por sus comentarios y sugerencias.

REFERENCIAS

- ALVAREZ, R., 1987. Dinámica sedimentaria en los canales marinos entre la isla de Margarita, Coche y península de Araya. (Venezuela). *Mem. Soc. Cien. Nat. La Salle*, 47 (127-128): 77-104.
- DOEGLAS, D. J., 1946. Interpretation of the result of mechanical analysis. *J. Sed. Petrol.* 16: 19-40.
- FOLK R.L. & W. C. WARS, 1957. Brazos river bar: A study in the significance of grain-size parameters. *J. sed. Petrol.* 27(1): 13-26.
- HABER A. & R. P. RUNYON, 1973. *Estadística General*.
- Fondo Educativo Interamericano, S.A. Mexico. pp. 371.
- LLANO M., P GUEVARA & A. ACEVEDO, 1988. The determination of erosion, Transport and Sedimentation Zones in Coastal Lagoons Through Vectorial Analysis. *AGU Chapman Conference, Sediment transport Processes in estuarie*. 13-17 June, 1989. Bahía Blanca, Argentina (Abstract p. 22).
- LLANO M., P GUEVARA & A. ACEVEDO. El Análisis vectorial en la determinación de Zonas de Erosión, Transporte y Sedimentación en Lagunas costeras. *Contribución N°: 170, Estación de Investigaciones Marinas de Margarita (EDIMAR)*. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle*. (En Prensa).
- SAHU B. K. 1965. Theory of Sieving. *J. Sed. Petrol.* 35(3): 750-753.
- VISHIER G. S. 1969. Grain size distribution and depositional processes. *J. Sed. Petrol.* 39(3): 1074-1106.

CONCLUSIONES DEL TERCER CONGRESO LATINOAMERICANO SOBRE CIENCIAS DEL MAR

La principal conclusión obtenida de este evento, es la imperiosa necesidad de integrar los recursos humanos y materiales de las instituciones que investigan los mares. En este sentido, se elaboró un documento, que será impreso en la principal revista del Instituto Oceanográfico de Venezuela, el BOLETIN, sobre las labores a desarrollar con relación a la franja marino costera, irracionalmente explotada en todos los países del mundo. Las lagunas costeras, tan importantes desde el punto de vista biológico, como del económico, fueron motivo de varias reuniones y como conclusión se elaboró un documento que reúne la opinión de los diversos investigadores latinoamericanos que investigan estas lagunas, sobre la necesidad de su preservación y racional utilización. Los oceanógrafos físicos insistieron sobre la necesidad de reunirse a discutir sobre problemas comunes y ya se está elaborando una lista de estos especialistas. Pero donde se hizo mayor énfasis en la integración latinoamericana fue en lo relativo a la formación de investigadores. En este sentido, se decidió realizar un Taller en el cual participarán los coordinadores de los postgrados en Ciencias Marinas, que se ofrecen en Latinoamérica. Este Taller se realizará el próximo año en Cumaná, teniendo como sede al postgrado en Ciencias Marinas del Instituto Oceanográfico de Venezuela que, a partir del pasado 12 de Octubre, ofrece además de la Maestría, un Doctorado. Este Taller cuenta con la asesoría y el apoyo de la Coordinación Latinoamericana y del Caribe (COPLAC). Por considerar que la COPLAC, Coordinación que cuenta con el apoyo económico del CONICIT y de la UNESCO, está comenzando a realizar una tarea muy necesaria al buscar la integración de los recursos humanos y materiales de los postgrados de nuestra América y del Caribe. ALICMAR decidió darle su pleno respaldo a esta valiosa iniciativa.

La semana fue en verdad agotadora, pero los resultados fueron fructíferos; escuchamos trabajos de gran valor y se entablaron muchas relaciones entre laboratorios con objetivos similares; en otras palabras, este Congreso permitió el que nuestros investigadores se conozcan, dialoguen y discutan sobre problemas comunes.

Ya al finalizar y al hacer un recuento de lo hecho en esta semana, nos dimos cuenta de lo valioso que es el intercambio entre nosotros, los que pertenecemos a esta América tan rica en recursos y tan pobre, a la vez, por la ceguera de muchos de sus gobernantes.

Deseamos insistir en algo que el Presidente de ALICMAR, la ASOCIACION DE INVESTIGADORES EN CIENCIAS DEL MAR, Dr. Julio Pérez, señaló en su discurso inaugural: La cooperación internacional sea bi o multilateral para que sea en verdad efectiva, debe realizarse en un espíritu de igualdad y no bajo la idea de asistencia o de ayuda, que generalmente se encamina a solucionar problemas al país supuestamente suministrador de la ley.

ALICMAR se volverá a reunir en 1991 en la ciudad chilena de Coquimbo.

ECOFISIOLOGIA, BIOQUIMICA Y MICROBIOLOGIA.

- SEGNINI M. I. & K. S. CHUNG. *Influencia de la salinidad sobre el preferendum final de la mojarra de río (Petenia kraussii) Steindachner 1878 (Perciformes, Cichlidae).* 145
- CHOPITE J. & O. A. NUSETTI. *Efectos del Zinc y el cambio de salinidad sobre el contenido de proteínas, ARN, ADN y las actividades máximas de enzimas claves Glucolíticas y oxidativas en tejidos de juveniles de Orthopristis ruber Pisces: Haemulidae.* 151
- LEMUS M., J. CHOPITE & B. GAMBOA. *Efecto de la salinidad en acumulación de Zinc y en las concentraciones de Na + K + y Ca ++ en tejidos de Coro - Coro Orthopristis ruber, Pisces: Pomadasyidae.* 159
- LODEIROS C., L. FREITES., E. FERNANDEZ., A. VELEZ & J. BASTARDO. *Efecto antibiotico de tres bacterias marinas en la supervivencia de larvas de la vieira Pecten ziczac infectadas con el germen Vibrio anguillarum.* 165

ACUICULTURA (GENETICA; CULTIVOS DE OSTRAS; MICROALGAS Y GRANJAS CAMARONERAS).

- GUTIERREZ L., C. CORONADO & J. E. PEREZ. *Genetic Variation in Venezuelan Molluscs. II crassostrea rhizophorae and C. virginica (Ostreidae).* 171
- GUERRA A. & C. GABIN. *Cultivo de la ostra plana (Ostra edulis L.) en Galicia. Estrategias para la mejora de la producción.* 177
- GUERRERO VALERO S. & A. CERVIÑO EIROA. *Crecimiento de semilla de ostra en cultivo suspendido en las Rias Gallegas (España).* 185
- CORREA M., K. S. CHUNG & R. MANRIQUE. *Cultivo experimental del Caballito de Mar, Hippocampus erectus.* 191
- BUTTRAGO E., C. NORCINI & M. ARRAGE. *Evaluación de tres medios nutritivos empleados en el cultivo masivo de Isochrysis aff. Galbana Green.* 197
- BUTTRAGO J. *Las evaluaciones del impacto ambiental de Granjas Camaroneras en Venezuela.* 203

CONTAMINACION MARINA (HIDROCARBUROS; MERCURIO).

- CEDEÑO G. & J. BONILLA. *Hidrocarburos de origen antropogénico en la bahía de Bergantín, Estado Anzoátegui, Venezuela.* 213
- TILVES F., D. PRADA., E. FERNANDEZ & C. PASCUAL. *Distribución del mercurio en la playa de Placeres (N.O. España), sometida a vertidos industriales.* 219

LAGUNAS COSTERAS (TACARIGUA-UNARE-PIRITU; LAGUNA DE LOS PATOS).

- BONILLA RUIZ. J. & G. CEDEÑO. *Caracterización orgánica del Biosistema lagunar Tacarigua - Unare - Píritu, Venezuela.* 225
- DIAZ RAMOS. J. R. & E. FERRAZ-REYES. *Dinámica de algunos parámetros hidrográficos y biológicos del canal de entrada de la Laguna de Los Patos, Cumaná, Venezuela.* 239

BIOLOGIA PESQUERA (CAMARONES; PARGO COLORADO).

- SOLANA-SANSORES R., F. ARREGUIN-SANCHEZ; R. CASTRO MELENDEZ & M. MEDELLIN. *Exploración de técnicas multivariadas para su uso en el estudio de la dinámica poblacional de especies sujetas a explotación pesquera: el caso del camarón Café (Penaeus aztecus L. 1891) del Noroeste del Golfo de México.* 245
- PERODOU. J. B. & E. PREVOST. *The fishery of the southern red snapper (Lutjanus purpureus) in French Guiana: analysis and processing of Fishery Statistics.* 253
- LINS OLIVEIRA. J. & J. ROSE. *Distribución y nivel de abundancia del camarón "Siete Barbas" (Xiphopenaeus Kroyeri) (Heller, 1862) en Guyana Francesa.* 263

GEOLOGIA MARINA (SEDIMENTOLOGIA).

- LLANO M. *Dinámica Sedimentaria en la Bahía del Guamache, deducida del análisis vectorial del tamaño medio de los granos.* 269