

MINISTERIO DE MINAS E HIDROCARBUROS, DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA, (1956) "Geología de las cuencas sedimentarias de Venezuela y sus campos petrolíferos", *Bol. Geol. Pub. Esp.* N° 2, 140 p.

NETTLETON, L. L. (1943) "Gravity Results, Eastern Venezuela" (*Report Mene Grande Oil Co. S. A. Meneven*), Caracas.

— (1954) "Regional, Residuals and Structures", *Geophysics*, 19(1) : 1-23.

— (1971) "Elementary Gravity and Magnetism for Geologists and Seismologists", S. E. G., Monograph N° 1, Tulsa, Oklahoma.

NORTHWAY SURVEY CORP. LTDA., FOTOAVE C. A. (Para MINISTERIO DE MINAS e HIDROCARBUROS) (1976) "Área Caris Manapire, Faja Petrolífera del Orinoco, Airborne Magnetic Survey, Operational report and interpretation", Canadá.

O'LEARY, M. LIPPERT, R. & SPLITZ, O. (1966) "Fortran IV and MAP program for Computation and plotting of trend surface for degrees 1 through 6", *Computer Contributions* (Univ. of Kansas), N° 3.

ORELLANA, E. (1972) *Prospección Eléctrica en Corriente Continua*. Ed. Paraninfo, Madrid, 523 p.

PETERS, L. & BARDEEN, J. (1932) "Some aspects of electrical prospecting applied in locating oil structures", Early Geophysical Paper, *Transaction of the Society of Petroleum Geophysicists*, S.E.G. 2 : 145-164.

QUARFOTH, K. & CAUDRI, C. (1961) "Relationship of the Roblecito and La Pascua Formations of Eastern Venezuela to the Pauji and equivalents of the Barinas Basin", *Asoc. Ven. Geol. Min. y Pet.* 5 : 219.

RENZ, H. (1956) "Correlation of Geological Formations in the State of Guarico y their relations to the eastern Venezuelan basin", (*Informe Mene Grande Oil Co. S. A. Meneven*).

RODRÍGUEZ, I. & GRATEROL, V. (1975) "Investigación Gravimétrica en la Región Noroccidental de Venezuela", *Bol. Geol., Dirección de Geología, M. M. e H.*, 12(23) : 505-529.

RODRÍGUEZ, I. (1977) "Investigación de la Faja Petrolífera del Orinoco por métodos geofísico no convencionales, Fase I". *Escuela Geol. y Minas. Univ. Central de Venezuela, Informe Inédito*, 123 p.

ROGER, I. (1974) "Statistical Methods for the earth Scientist", Macmillan Press L.T.D., London.

SKEELS, D. (1947) "Ambiguity in gravity interpretation" *Geophysics*, 12(1) : 43-56.

STEPHENSON, M. (1968) "Informe sobre la Faja Bituminosa del Orinoco y la reanudación de las investigaciones de sus posibilidades económicas", I.V.I.C., Ministerio de Minas e Hidrocarburos, Caracas.

WATSON, R. (1974) "Gravity interpretation for Geologist", *Third Annual Short Course in Applied Geophysics for Geologist*, U.S.A. : 63 p.

DEFINICION DE LAS LITOFACIES Y BREVE RESUMEN DEL ANALISIS COMPARATIVO DEL DEPOSITO SEGUN MODELOS DE SEDIMENTACION PROFUNDA, EN PARTE DE LA FORMACION GUARICO, ESTADOS MIRANDA Y ANZOATEGUI

Por Egleé J. Zapata Oviedo

Escuela de Geología y Minas
Universidad Central de Venezuela
Apartado 50926, Caracas 105

(Recibido en marzo de 1978, en forma revisada en abril de 1978)

RESUMEN

La investigación sedimentológica realizada en las rocas Eocenas del área de la laguna de Unare (Figs. 1 y 2) revela que ellas constituyen una secuencia tipo flysch depositada en una cuenca geosinclinal marina profunda, en la que han sido identificadas las partes media, media y exterior y externa de un depósito de cono submarino, a partir del modelo de sedimentación de WALKER & MUTTI (1973) y MUTTI, *et al.* (1975). También, en base a características de orden litológico textural, de granulometría, espesores de capa y estructuras internas, se definieron las litofacies A, B y C, expuestas en tres zonas dentro del área estudiada.

Los afloramientos del lugar consisten principalmente en alternancia de wacas y lutitas de la Formación Guárico, donde la mayoría de las wacas exhiben secuencias de turbiditas. La riqueza de estructuras sedimentarias y de rastros fósiles es una característica resaltante de estas rocas.

El conjunto de estructuras primarias de deslizamiento e intraplegamiento encontradas a través de toda la sección es un indicio de la inestabilidad de la cuenca.

Se cree que la sedimentación del Eoceno en la región pueda ser explicada por medio de corrientes de turbidez en ambiente marino profundo, y muy probablemente por la acción de corrientes marinas profundas.

ABSTRACT

The sedimentological investigation carried out the Eocene rocks of the Unare lagoon area reveals that they constitute a flysch type sequence deposited in a deep marine geosynclinal basin, in which the middle, intermediate and exterior, and exterior parts of a deposit of submarine cone have been identified, based on the model of sedimentation by WALKER & MUTTI (1973), and MUTTI, *et al.* (1975). Likewise, based on characteristics of lithologic textural order, granulometry, bed thicknesses and internal structures, the lithofacies A, B y C were defined, exposed in three zones within the area.

The outcrops consist mostly of an alternance of wackes and shales of the Guárico Formation, wherein most of the wackes, show turbiditic sequences. The abundance of sedimentary structures and ichnofossils is a remarkable characteristic of these rocks.

The complex of primary structures of slumping and sliding found through all the section is an indication of the unstability of the basin.

The Eocene sedimentation in this region is explained by turbiditic currents in a deep marine environment, and very probably by the action of deep marine currents.

Definición de las litofacies

En el área de estudio se han distinguido tres litofacies, las cuales han sido determinadas en base a proporción de areniscas y lutitas, variación de espesores de capa, variación en el tamaño de los granos y frecuencia de estructuras sedimentarias presentes.

La Fig. 3 ilustra la ubicación de las litofacies, determinadas en base al estudio sedimentológico detallado de las diferentes secciones. El cuadro A muestra el conjunto de datos que representa numéricamente la variación de espesores de capas y tamaño de los granos, así como la proporción de los materiales arenosos y lutáceos de cada sección, que permitirán definir las tres litofacies.

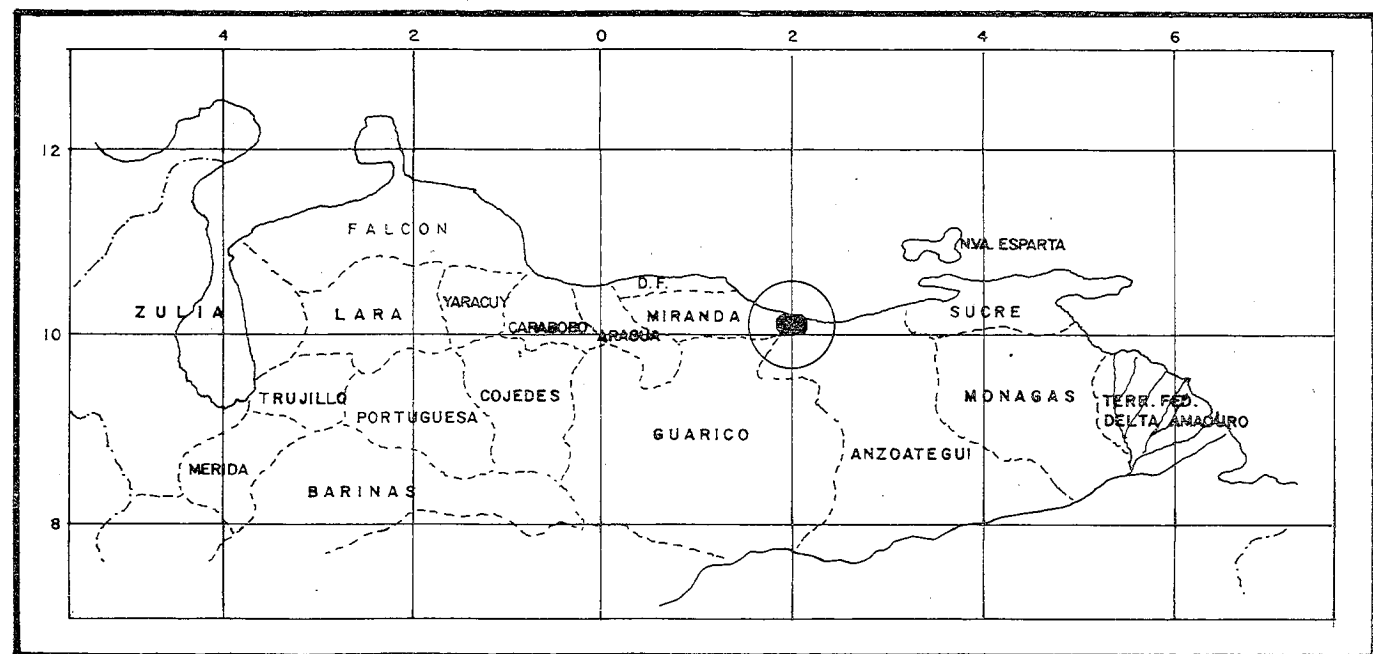


Figura 1
VENEZUELA: MAPA DE LOCALIZACION

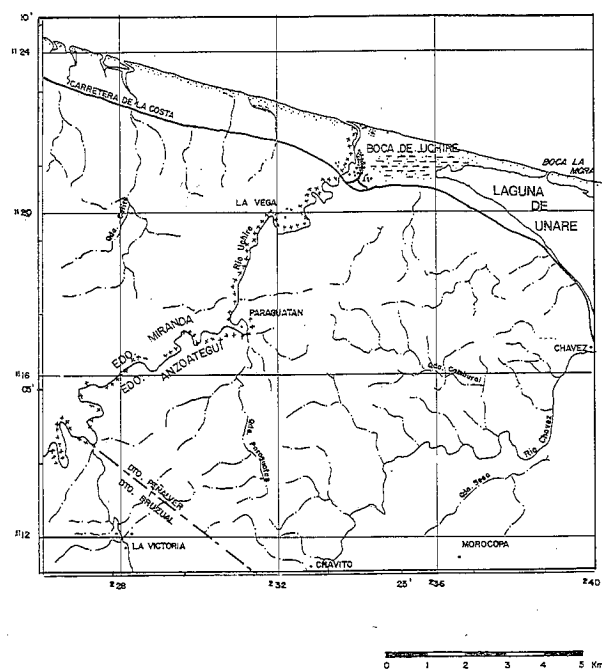
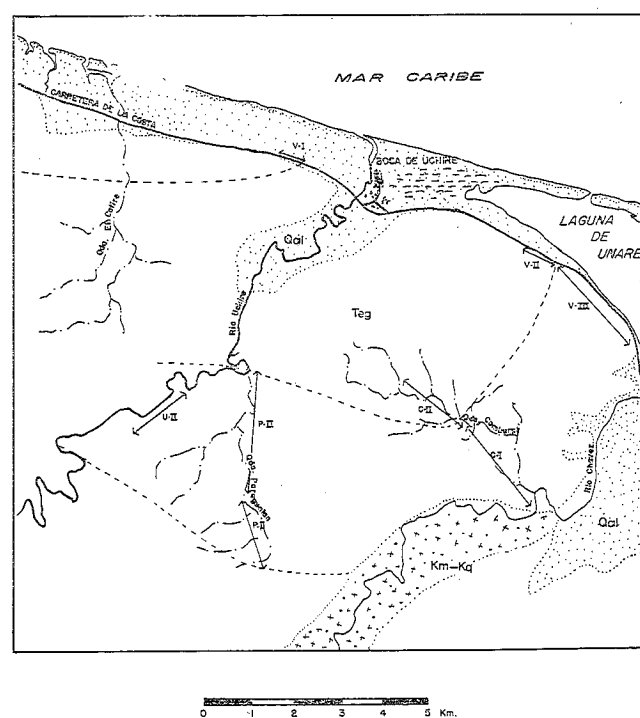


Figura 2
MAPA DEL AREA ESTUDIADA



LITOFACIES A SECCION V-I
LITOFACIES B SECCIONES V-II y C-II
LITOFACIES C SECCIONES V-III, C-I, P-I, P-II y U-II
TEG: TERCIARIO EOCENO Fm. GUARICO
Km.-Kq.: CRETACEO Fm. MUCARIA - CRETACEO Fm. QUEREQUAL

Figura 3
MAPA DE LOCALIZACION DE LITOFACIES

CUADRO A
REPRESENTACION NUMERICA POR LITOFACIES Y POR SECCION DE PROPORCION DE ARENISCAS,
ESPEORES DE CAPAS Y TAMAÑO DE GRANO
(valores en porcentaje)

LITOFACIES	A		B		C				
	Sección:	V-I	V-II	C-II	V-III	C-I	P-II	P-I	
% de areniscas:	15	10	2	24	3	2	15	29	100
Espesores de capas (cm)	0-20	59	83	72	38	7	2	11	11
	20-40	16	12	18	29	34	16	4	14
	40-60	13	4	10	20	21	36	15	17
	60-80	6	1	—	10	34	38	27	17
	80-100	6	—	—	2	4	8	38	14
	100-120	—	—	—	1	—	—	4	27
Tamaño de grano (mm)	0.062-0.088	—	47	—	7	—	—	—	—
	0.088-0.125	—	—	—	—	—	—	—	—
	0.125-0.177	69	18	—	—	—	—	11	—
	0.177-0.250	7	34	20	9	8	49	14	—
	0.250-0.350	3	1	50	38	44	32	32	36
	0.350-0.500	21	—	30	22	40	—	43	28
	0.500-0.710	—	—	—	9	8	5	—	36
	0.700-1.0	—	—	—	13	—	9	—	—
	1.000-1.4	—	—	—	2	—	5	—	—
Cantidad de capas de areniscas: (en %)	4%	39%	2%	35%	4%	7%	4%	5%	100%

A partir de este cuadro se diseñaron histogramas de distribución de frecuencia para espesores de capa y tamaño de los granos (Figs. 4 y 5), con la intención de dar una expresión gráfica clara de cómo varían estos parámetros y establecer el rango de su variación.

La gran riqueza de estructuras sedimentarias de las rocas de la Formación Guárico en el área de Unare favorece el análisis estadístico de las estructuras internas asociadas a esta formación. De ellas, unas son producto del proceso mismo de sedimentación, como son por ejemplo: la laminación paralela, gradación, etc.; mientras que otras son producto probablemente de la inestabilidad gravitacional que tuvo lugar luego de la sedimentación de una capa y antes de la sedimentación de la siguiente, como son los pliegues intraformacionales. Entre las estructuras del primer tipo se destaca la secuencia Bouma de turbidez.

Como puede observarse en el cuadro B, la estructura interna más frecuente está representada por el intervalo Tb, correspondiente a la laminación paralela. Sin embargo, corresponde al intervalo masivo establecer la diferencia entre la litofacies C y las otras dos litofacies ya que, como puede apreciarse, las capas de las secciones que definen la litofacies C poseen los porcentajes más elevados de este intervalo.

Las litofacies A y B poseen sus máximos valores (excluyendo el intervalo Tb) en los ciclos Tabc y Tbc y el intervalo Tc, respectivamente.

Litofacies A

Se localiza en la parte noroeste de la zona estudiada. Definida en base a la sección levantada en el área de la carretera de la Costa a unos 2 Km. al oeste de Boca de Uchire (Secc. V-I, mapa de litofacies, Fig. 3).

Está representada por una secuencia de intercalaciones de lutitas y areniscas, con predominio de las primeras sobre las segundas. Las capas individuales de areniscas poseen espesores entre unos milímetros y 20 cm, aunque ocasionalmente pueden alcanzar hasta 100 cm. El tamaño de los granos no excede los 0,500 mm, y esencialmente varían en el rango de 0,25-0,177 mm (arena fina).

Las capas con abundantes estructuras internas, normalmente tienen un intervalo basal gradado el cual puede estar sustituido en algunas capas por un intervalo de aspecto masivo. Sucesivo a éste, aparece laminación paralela, seguida por laminación cruzada o estructuras convoluta.

Las estructuras externas tales como huellas basales y

CUADRO B
 ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS INTERNAS
 REPRESENTACION NUMERICA POR LITOFACIES Y POR SECCION
 (en porcentaje)

Litofacies	A			B			C		
	V-I	V-II	C-II	V-III	C-I	P-I	P-II	V-II	
Ta	—	2	7	3	15	—	8	17	
Tab	7	6	11	2	2.3	—	7	28	
Tabc	20	6	—	2	—	—	—	3	
Tb (?)	20	11	68	56	31	50	38	23	
Tbc	23	20	3	8	—	—	—	—	
Tbcd	3	4	4	2	—	—	—	—	
Ta (?)	7	—	4	27	23	35	36	20	
Ta (?)b	17	1	3	—	8	14	11	9	
Ta (?)bc	3	2							
Tc		47							
Ta (?)cd		< 1							
Tabcde				< 1					

Ta (?) = intervalo masivo

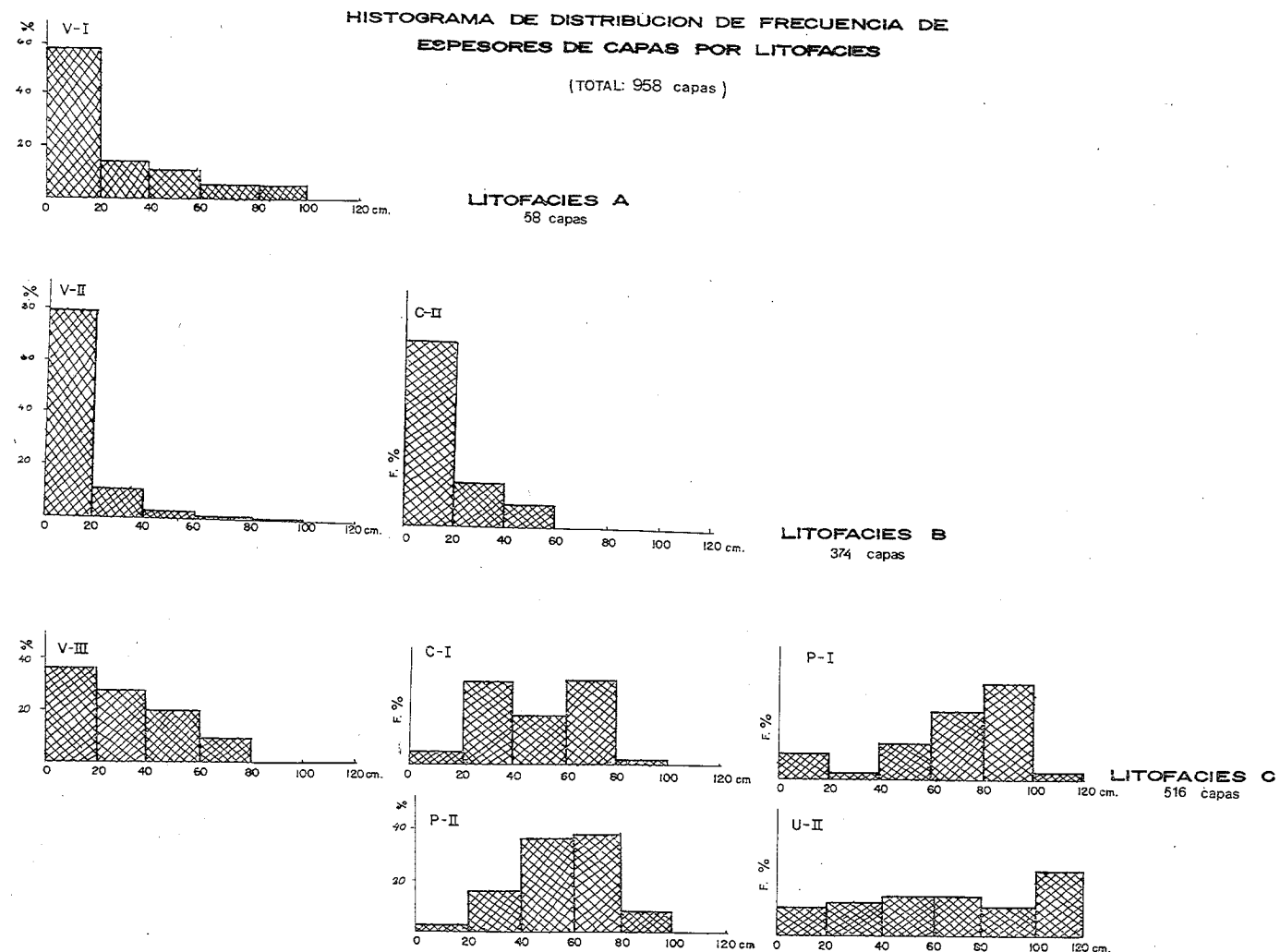


Figura 4

HISTOGRAMA DE DISTRIBUCION DE FRECUENCIA DE TAMAÑO DE GRANOS POR LITOFACIES

(TOTAL: 958 capas)

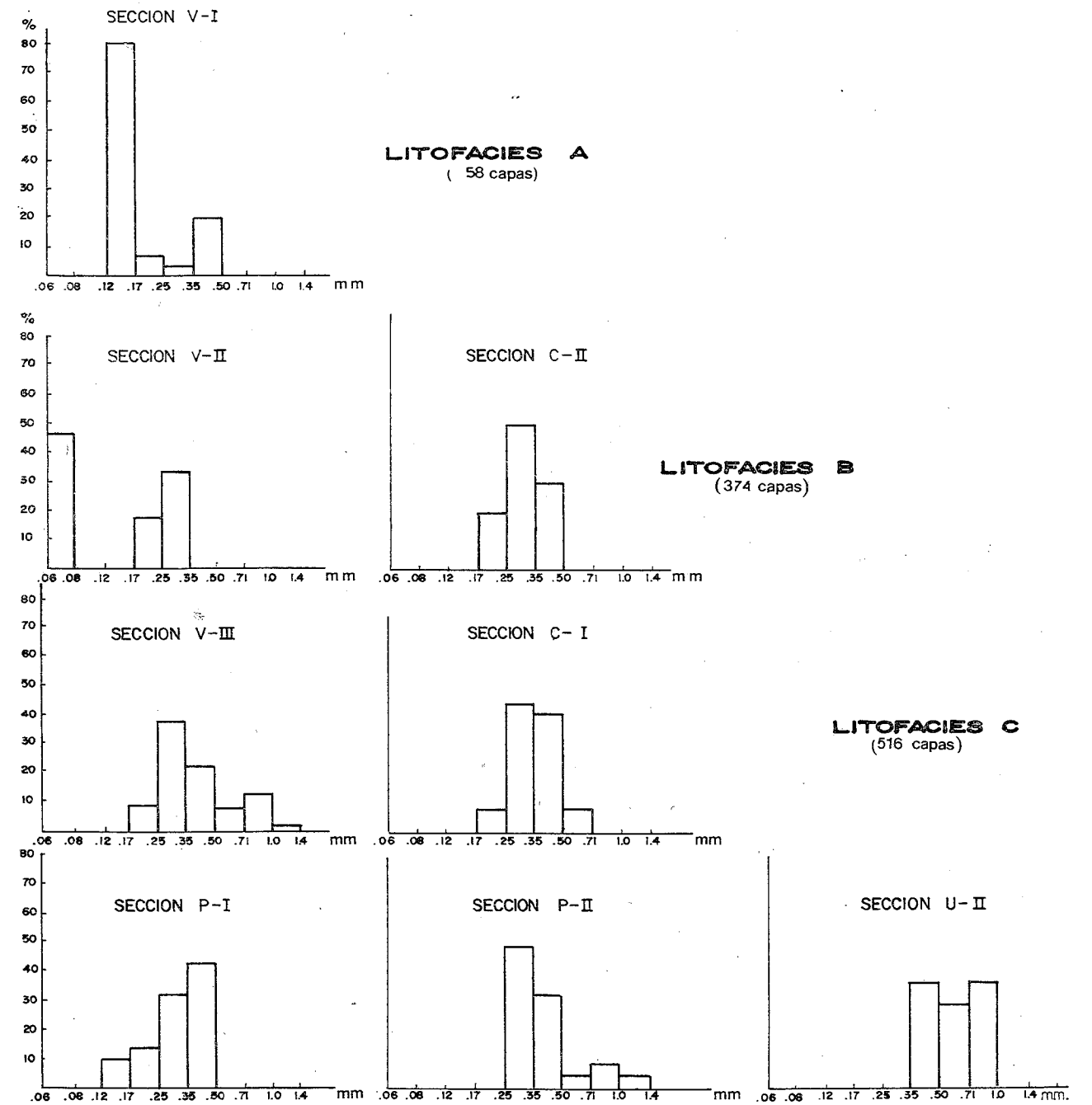


Figura 5

calcos de carga son abundantes, siendo los turboglifos la huella basal más encontrada.

Dentro de la gran riqueza de huellas de organismos (icnofósiles) que caracterizan a esta formación, se destacan dentro de la litofacies A: *Granularia* sp. y *Helminthoidea* sp. (WALKER & MUTTI, 1973 y MACSOTAY, 1967).

Litofacies B

Localizada en la parte norcentral de la zona, se extiende hacia el oeste, casi con rumbo este-oeste, hasta las inmediaciones de la quebrada Cara Pintada. Se define en base a las secciones levantadas en la carretera de la Costa, a 4.100 m al este de Boca de Uchire (Secc. V-II) y en las cabeceras de la quebrada Cambural (Secc. C-II). (Ver mapa de litofacies, Fig. 3).

La litofacies B se caracteriza por el incremento de la porción lutácea, con respecto a la litofacies A, donde un número considerable de sus capas de areniscas no exceden a los 20 cm, y sus granos varían dentro del rango de arena fina a media con una marcada tendencia hacia la arena muy fina.

Las estructuras internas asociadas a esta litofacies son las correspondientes a los ciclos Tbc y Tc de la secuencia Bouma de turbidez. Donde un intervalo basal de laminación paralela está seguido por uno de laminación cruzada preferiblemente que convoluta, o inexistente el intervalo de laminación paralela, sólo se encuentra laminación cruzada o la estructura convoluta del intervalo Tc de Bouma.

Estructuras externas como huellas de base y calcos de carga, así como estriaciones son frecuentes. Los turboglifos de esta litofacies se presentan muy deformados, evidenciando efectos de carga. Los intraplegamientos (*slump*) característicos de secuencias turbidíticas tipo flysch, también se asocian a esta litofacies.

Los icnofósiles adquieren características propias en cuanto al menor diámetro de sus tubos y siguen siendo abundantes las especies presentes. Así tenemos: *Helminthoidea* sp., *Paleodictyon* sp., *Granularia* sp., *Cosmorhapha* sp. y *Thalassinoides* sp. (WALKER & MUTTI, 1973 y MACSOTAY, 1967).

De ellas, es interesante destacar el *Paleodictyon* sp., reconocida como típica, traza fósil de depósitos flysch de aguas profundas.

Litofacies C

Definida en base a un conjunto de secciones ubicadas entre la litofacies B y el río Chávez (Fig. 3), representa la litogía más arenosa de las tres definidas en el área. Se caracteriza por poseer capas individuales de areniscas que alcanzan espesores que no exceden los 120 cm y que pueden formar paquetes de hasta 10 m de espesor. El tamaño de grano dentro las capas varía entre 0,250 mm y 1,4 mm, con tendencia definida hacia la arena media.

A esta litofacies se asocian de manera característica los intervalos Ta (?), Ta y Tab de Bouma, siendo el primero de los tres el más frecuente.

Así pues, tenemos que en una capa de la litofacies C, se pueden encontrar:

a) Una secuencia representada por un intervalo basal

masivo, preferiblemente que gradado, seguido por uno de laminación paralela.

b) Gradación normal en toda la capa, por gruesa que ella sea.

c) Carencia de estructuras internas, apreciables al tacto, vista o lupa.

Las capas de este tipo constituyen el denominado intervalo masivo [Ta (?)], de especial importancia en la definición de esta litofacies. Las estructuras tales como "cono en cono", también son distintivas de la litofacies C.

Las huellas basales y los calcos de carga siguen siendo frecuentes y abundantes. El carácter bulboso de los mismos, en esta zona, establecen una diferencia con respecto a estructuras de este tipo presentes en las otras dos litofacies.

Las rizaduras de corriente, aunque no son muy abundantes, se observan con relativa regularidad, destacándose dentro de ellas, aquellas dimensionables a escala de afloramiento, que más que rizaduras, merecen ser denominadas megarrizaduras de corriente.

ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DEPOSITO, A PARTIR DE MODELOS DE SEDIMENTACION PROFUNDA

Luego de analizar detalladamente las características físicas del depósito, y habiendo sido identificado éste como un depósito flysch de cuenca geosinclinal, se procedió al análisis comparativo del mismo, a partir de modelos de sedimentación de conos submarinos. De esta manera se han podido determinar las siguientes relaciones:

Las secuencias de capas cuyo espesor aumenta y cuya granulometría se hace más gruesa de abajo hacia arriba, son indicativas de la *parte media* de un depósito de cono submarino, según la clasificación de WALKER & MUTTI (1973). La Fig. 6A, correspondiente al tope de la sección estudiada y dentro de la litofacies C, ilustra estas consideraciones.

Una relación en aumento hacia arriba de espesores y tamaño de grano, en capas de arenisca, combinado con la ocurrencia de capas de limolita, indica localización entre las *partes media y exterior* de un depósito de cono submarino. La Fig. 6B corresponde a estas relaciones y representa la zona de transición entre las litofacies B y C, y es de caracteres similares a la litofacies A.

Deposición de sedimentos de grano fino, constituyendo delgadas capas sin orden característico de aumento o disminución de espesores, se ilustra en la Fig. 6C, que representa una porción de la litofacies B y define la *parte externa* del depósito.

De acuerdo con las características expuestas en los párrafos anteriores, el área analizada define las partes media, media y exterior y externa de un depósito de cono submarino del modelo de WALKER & MUTTI (1973). Corresponde con la definición de flysch normal-arenoso de DZULYNSKY & WALTON (1965) y se localiza, dentro del modelo de corrientes de turbidez del Nelson y Kulm (1973), adaptado por BOUMA & MUÑOZ (1973) en el área adyacente a la faja de conglomerados de pie de pendiente, en las proximidades a la desembocadura del cañón.

PARTES DE UN DEPOSITO DE CONO SUBMARINO IDENTIFICADOS EN EL AREA DE LA LAGUNA DE UNARE

según modelo de walkery mutti 1973.

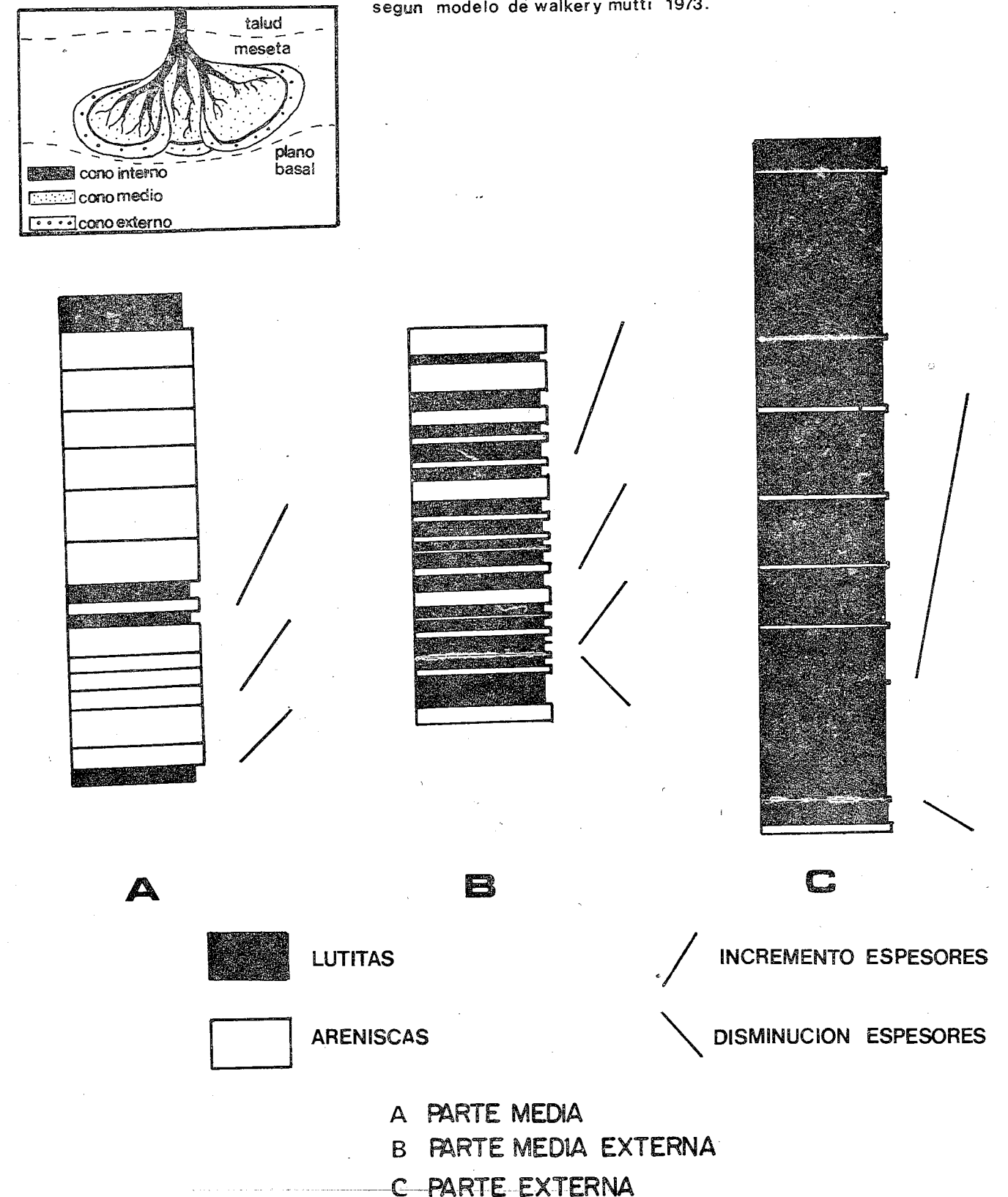


Figura 6

- BOUMA, A. H. (1962). "Sedimentology of Some Flysch Deposits: A Graphic Approach to Facies Interpretation", Elsevier Amsterdam, 168 p.
- (1974). "Turbidites" En: A.H. BOUMA & A. BROUWER (Editors) *Turbidites*, Elsevier, Amsterdam, p. 247-256.
- & MUÑOZ, N. G. (1976). "Facies clásticas antiguas y modernas en los fondos marinos", *II Congr. Latinoam. Geol., Mem.*, Tomo 2, p. 1.073-1.096.
- DZULYNSKI, S. & SANDERS J. E. (1962). "Current Marks on firm mud bottoms"; *Trans., Conn. Acad. Arts. Sci.*, Vol. 42, p. 57-96.
- , & SMITH A. (1964). "Flysch facies", *Ann. Soc. Geol. Pologne*, Vol. 34, p. 245-246.
- , & WALTON E. D. (1965). "Sedimentary Feature of Flysch and Greywackes", *Developments in Sedimentology*, N° 7. Elsevier, Amsterdam, 274 p.
- KRUMBEIN, W. C. & FETIJOHN, F. (1938). "Manual of Sedimentary Petrography", N.Y. Appleton Century Co. Inc.
- KUENEN, P. H. (1964). "Deep-Sea Sands and ancient turbidites". En BOUMA & BROUWER (Editors) "Turbidites", Elsevier Amsterdam, p. 3-33.
- , (1966). "Matrix of turbidites: experimental approach" *Sedimentology*, Vol. 7, p. 267-298.
- & MIGUORINI, C. I. (1950). "Turbidite currents as a cause of graded bedding". *J. Geol.*, Vol. 58, p. 91-127.
- MACSOTAY, O. (1967). "Huellas problemáticas y su valor paleoecológico en Venezuela". *GEOS (U.C.V.)*, N° 16, p. 7-79.
- MUÑOZ, N. G. (1966). "Turbiditas en sedimentos profundos de la cuenca Oceánica de Colombia e influencia del río Magdalena", *GEOS (U.C.V.)*, N° 15, p. 7-101.
- (1973). "Geología sedimentaria del Flysch Eoceno de la Isla de Margarita", *GEOS (U.C.V.)*, N° 20, p. 5-64.
- MUTTI, E. & CHIBAUDO, G. (1972). "Un esempio de turbiditi cono De Sottomarina esterna le arenarie di San Salvatore (Formazione Di Bobbio, Miocene) Nell Appennino Di Piacenta", *Accademi a delle Scienze, Torino*, p. 40.
- , PAREA, C. G., RICCI LUCHI, F., SAGRI, M., ZANZUCCHI G., & CHIBAUDO, G. (1975). "Examples of turbidite facies and facies associations from selected formations of the northern Apennines", *IX International Congress of Sedimentology, Nice*, p. 120.
- PEARSON, A. L. (1965). "Geology of the Guárico mountain front", *Asoc. Ven. Geol. Min. Petr., Bol. Inf.*, Vol. 8, N° 7, p. 183-212.
- , SALVADOR, A. & STAINFORTH, R. M. (1966). "The Guárico Formation of the north central Venezuela", *Asoc. Ven. Geol. Min. Petr., Bol. Inf.*, Vol. 9, N° 7, p. 183-224.
- PETIJOHN, F. J. (1954). "Classification of sandstones", *Jour. Geology*, Vol. 62, p. 360-365.
- , (1970). "Rocas Sedimentarias", 2ª edic., EUDEBA. 731 p.
- WALKER, R. G. (1965). "The origin and signification of the internal sedimentary structures of turbidites", *Proc. Yorkshire Geol. Soc.* V. 35 N° (1), p. 1-32.
- (1967). "Turbidite sedimentary structures and their relationship to proximal distal depositional environments". *Jour. Sed. Petrol.*, V. 37, N° 1, p. 25-43.
- (1970). "Review of the geometry and facies organization of turbidites and turbidity-bearing basins", En LAJOIE, J., Editor, "Flysch Sedimentology in North America", *Geol. Assoc. Canada Spec. Paper* 7, p. 219-251.
- & MUTTI, E. (1973). "Turbidite Facies and Facies Associations", En: "Turbidite and Deep-water Sedimentation", Short course, AGI, 120 p.
- ZAPATA, E. J. (1976). "Estudio de la Formación Guárico en el área de la Laguna de Unare, Edo. Anzoátegui. Análisis de facies y geostadístico de variables sedimentarias", *Trabajo Especial de Grado, Universidad Central de Venezuela*, inédito.

NOTA GEOLOGICA

EL CAMPO DE LA GEOTECNIA

Por Rodolfo Sancio T.

Escuela de Geología y Minas
Universidad Central de Venezuela
Apartado 50926, Caracas 105

(Recibido en abril de 1978)

RESUMEN

Hoy en día la ingeniería geológica se ha convertido en una rama compleja de la ingeniería en su sentido amplio y ha dejado de ser la aplicación de los conocimientos geológicos a los problemas ingenieriles. El presente trabajo pretende poner de relieve los lazos que unen la geotecnia a la ingeniería civil y a la geología, y comentar brevemente sobre los conocimientos que se esperan en la práctica de un ingeniero geólogo moderno.

ABSTRACT

In the last few years, engineering geology has evolved from the application of geology to engineering problems into a complex branch of the engineering science. This short paper pretends to highlight the relationships between civil engineering, engineering geology and geology. The curriculum of a modern engineering geologist is briefly described.

La geotecnia se ha definido algunas veces como la geología aplicada a la ingeniería civil. Hoy en día, esta especialidad relativamente joven ha adquirido su propia fisonomía y se ha convertido en un arte complejo, perfectamente comparable con cualquiera de las ramas clásicas de la ingeniería civil, e.g. hidráulica, vialidad, estructuras. Sin pretensiones de definirla, diremos que la geotecnia es la ingeniería de los materiales pétreos, incluyendo el agua intersticial, la nieve, el hielo, los suelos (arena, limo, arcilla) y las rocas tal como se conocen en el lenguaje común.

Los pilares teóricos que la sustentan están formados por las matemáticas, la física, la química y la geología; es un nivel más especializado, la mecánica de los materiales y en particular la de los flúidos, de las rocas y de los suelos; la geología física, la mineralogía, la petrología, la geología estructural, la geofísica y la hidrogeología. Su finalidad principal es resolver problemas donde la roca, en su sentido más amplio, se ve envuelta.

Por ejemplo: fundaciones superficiales y profundas, en terreno plano o pendiente, sobre suelos o rocas estratificadas, fracturadas o sanas, saturadas de agua o no, y generalmente afectados por transformaciones químicas y modificaciones físicas a lo largo de un tiempo relativamente corto, que puede ser menor que la vida útil de muchas obras. Otros ejemplos familiares son las excavaciones a cielo abierto o cortes, los muros de sostenimiento, los terraplenes adosados a las laderas y los túneles (fotos 1, 2 y 3).

Para que estas obras sean construidas económicamente, es decir, para que sean relativamente baratas y al mismo

tiempo seguras, duraderas y útiles, deben ser proyectadas y aunque, intuitivamente, parecieran sujetos de un simple análisis geométrico, ciertamente no lo son y su cálculo, en algunos casos, es comparable con el de un edificio por su complejidad, riesgo y costo.

Sin embargo, las diferencias son notables. Al diseñar una estructura, el ingeniero civil conoce de antemano las características del material con el cual va a trabajar, sea éste concreto, acero, madera, vidrio, plástico o asfalto y puede adaptar, aunque dentro de ciertos límites, las características mecánicas y geométricas de los mismos al mejor proyecto, o sea, aquel que sea al mismo tiempo económico y seguro.

Por otra parte el ingeniero geólogo, frente a un problema de excavación, debe primero determinar las propiedades físicas de la roca y luego adaptar el anteproyecto, hecho previamente en base a consideraciones puramente geométricas, a un mínimo de costo y a un máximo de seguridad. Como en ello también existen límites, no es raro encontrar casos en los cuales en la fase de proyecto se haya tenido que modificar completamente la concepción inicial, al no adaptarse las rocas y los suelos al diseño.

La secuencia típica de un proyecto geotécnico es como sigue (fotos 4, 5, 6 y 7; gráfico I):

1. Estudio geológico de superficie y del subsuelo, con el objeto de identificar y clasificar los materiales (rocas y suelos) que van a estar sujetos a remoción, a utilización como materiales de construcción o a ser sometidos a un régimen de esfuerzos distinto al natural.