

- CARINI, G. (1962).—A new genus of holothurian sclerite from the Wewoka shale of Oklahoma. *Micropaleontology*, vol. 8, núm. 3, pp. 391-395, 7 figs., 1 lám. New York.
- COMTE, P. (1959).—Recherches sur les terrains anciens de la Cordillère Cantabrique. *Mem. Inst. Geol. Min. Esp.*, t. 60, pp. 1-440, 6 figs., 1 mapa. Madrid.
- FRIZZELL, D. L. & EXLINE, H. (1966).—Holothuroidea, fossil record. Pp. 646-672. In R. C. MOORE (edit.): *Treatise on Invert. Pal.*, Part U, Echinodermata 3, vol. 2 *Geol. Soc. Amer. & Univ. Kansas Press*. Lawrence, Kansas.
- GORKA, H. & LUSZCZEWSKA, L. (1969).—Holothurian sclerites from the polish Jurassic and Tertiary. *Rocznik Polsk. Tow. Geol.*, t. 39, fasc. 1-3, pp. 361-390, 12 lám. Kraków.
- GUTSCHICK, R. C. & CANIS, W. F. (1971).—The Holothurian sclerite genera *Cucumarites*, *Eocaudina* and *Thuroholia*. Re-study of *Eocaudina* and *Protocaudina* from the Devonian of Iowa. *J. of Pal.*, vol. 45, núm. 2, pp. 327-337, 2 láms. Menasha, Wisconsin.
- KORNICKER, L. S. & IMBRIE, J. (1958).—Holothurian sclerites from the Florena shale (Permian) of Kansas. *Micropaleontology*, vol. 4, núm. 1, pp. 93-96, 1 lám. New York.
- MARTIN, W. R. (1952).—Holothuroidea from the Iowa Devonian. *J. of Pal.* vol. 26, núm. 5, pp. 728-729, 2 figs. Menasha, Wisconsin.
- MATYJA, BR. A., MATYJA, H. & SZULCZEWSKI, M. (1973).—The genus *Eocaudina* MARTIN (Holothuroidea) from the Devonian of Poland. *Acta Geol. Pol.*, vol. 23, núm. 1, pp. 135-147, 2 láms. Warszawa.

### **M. V. Domenech Casellas (\*) & J. Solans Huguet (\*).—ESTUDIO ESTADISTICO DE LA MICRODUREZA DE LA GALENA.**

Se realiza el estudio de la variación de los valores de la dureza Vickers en la galena, bajo cargas de 5, 10, 20, 50, 100 y 200 pondios. Para compensar la poca precisión del método originada por las diferencias en dureza que presentan distintos puntos del cristal y por los errores subjetivos de medida, se efectúan 1.200 mediciones por muestra. A partir de los 200 datos obtenidos para cada una de las cargas se establece el cálculo de la dureza media, se comprueba la constancia de la ley de Kick y finalmente se calcula la deformación producida en cada muestra por la unidad de carga.

**Método operativo.**—Se ha medido la dureza en dos muestras: muestra G, galena de Picos de Europa, y muestra H, galena de Cáceres, aplicándose a ambas el siguiente procedimiento.

Una vez elegidas las caras (100) deseadas se pulen en dos fases: con paño «Synthetic» de Metalograf y pasta de diamante de 7 $\mu$ m, y con paño «Sedater» de Metalograf y pasta de diamante de 1 $\mu$ m, utilizándose la velocidad de 125 rev/min. No se efectuó el desbaste con carborundo por la escasa dureza del material y su facilidad de exfoliación. Una vez obtenido el grado de pulido deseado, se someten las muestras al ensayo de dureza, midiéndose todas las huellas de modo que las diagonales de las huellas correspondan a la dirección [100].

**Resultados obtenidos.**—A partir de las 200 medidas de las diagonales se halla para cada carga la diagonal media  $d$ , la desviación típica  $s$ , y los coeficientes de dispersión  $s/d$ , del momento de asimetría  $a_3$ , y de prominencia  $a_4 - 3$ . Se calcula a continuación la dureza relativa a la diagonal media  $VH(d)$ , y las durezas límites  $VH(d-s)$  y  $VH(d+s)$ , determinadas al considerar la desviación típica.

(\*) Departamento de Cristalografía y Mineralogía. Facultad de Ciencias. Oviedo.

TABLA I

Carga	5 p	10 p	20 p	50 p	100 p	200 p
d	83	121	169	275	394	552
s	2,00	1,63	2,56	4,74	2,91	6,57
s/d	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01
a <sub>3</sub>	0,62	-0,97	0,25	-0,64	0,02	0,08
a <sub>4-3</sub>	-0,45	-0,14	-0,59	0,14	-0,42	-0,79
VH(d)	75,6	71,3	73,0	69,0	67,2	68,5
VH(d-s)	79,5	73,7	75,8	71,5	68,3	70,3
VH(d+s)	72,1	68,9	70,4	66,5	66,2	66,8

En la tabla I se dan los resultados obtenidos para la muestra G, y en la tabla II los correspondientes a la muestra H. De los datos anteriores se deduce que los coeficientes de dispersión obtenidos para cada carga tienen valores lo suficientemente pequeños como para considerarlos aceptables. Se observa que la dureza de la galena disminuye a medida que aumenta la carga y la muestra H presenta una dureza mayor a la de la muestra G bajo cualquier carga que se considere. Por otro lado las variaciones de los coeficientes de prominencia y sobre todo de asimetría, indican que la distribución de las medidas experimentales es poco constante, de forma que no existe ninguna semejanza entre las distintas distribuciones. Esta anarquía distributiva se debe a que la sensibilidad de la medida es mayor que la precisión del método, dicho de otra forma, la unidad de medida utilizada es excesivamente pequeña lo cual parece confirmarse además por los valores hallados de la desviación típica. Dado que pequeñas diferencias en la medición provocan variaciones mucho mayores en el resultado y que los intervalos de valores que presentan las medidas realizadas bajo cada carga es bastante amplio, cabe suponer que la única forma de conseguir resultados con error mínimo es operar con un número suficiente de medidas y extraer la media de todas ellas. Así mismo será más correcto definir la dureza a una carga determinada, no como

TABLA II

Carga	5 p	10 p	20 p	50 p	100 p	200 p
d	79	113	165	264	386	531
s	2,06	2,05	1,69	3,49	2,95	5,72
s/d	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
a <sub>3</sub>	0,71	0,77	0,466	0,25	0,17	-0,52
a <sub>4-3</sub>	-0,51	-0,49	-0,68	-0,89	-0,71	-0,43
VH(d)	83,5	81,7	76,6	74,5	70,0	74,0
VH(d-s)	88,0	84,6	78,6	76,5	71,1	75,6
VH(d+s)	79,5	78,8	74,8	73,0	68,9	72,3

el valor de la microdureza media sino como el conjunto de valores limitados por la dureza calculada mediante la diagonal media afectada en más y en menos por la desviación típica.

**Ley de Kick.**—La forma en que varía la dureza Vickers con la carga está indirectamente expresada por la ley de Kick. Si se cumple dicha ley la representación gráfica de su expresión logarítmica debe corresponder a una recta. De acuerdo con esto se determina la ecuación de regresión lineal de la forma logarítmica de la ley de Kick por el método de los mínimos cuadrados, calculándose además para las dos muestras consideradas el error standard de las estimaciones  $s_{pd}$  y el coeficiente de correlación,  $r$ .

Se obtienen los siguientes valores para la muestra G:

$$\log K = -1,338 \quad n = 1,944 \quad s_{pd} = 0,010 \quad r = 0,9999$$

y para la muestra H:

$$\log K = -1,267 \quad n = 1,919 \quad s_{pd} = 0,014 \quad r = 0,9998$$

En ambos casos  $n$  es menor que 2 y por lo tanto la dureza de la galena disminuye al aumentar la carga aplicada, tal como se observa y siendo semejantes las pendientes de las rectas será análoga la variación de la dureza con la carga. Por otro lado la excelente correlación observada en ambas muestras nos lleva a suponer que podemos calcular a partir de las constantes de la recta la deformación producida por la carga unidad, obtenida de esta forma con error mínimo siendo para la muestra G de  $4,875 \mu\text{m}$  y de  $4,571 \mu\text{m}$  para la muestra H; correspondiendo a estos valores las siguientes durezas Vickers para carga unidad.

Muestra G:  $VH = 78,0 \text{ Kp/mm}^2$ ; Muestra H :  $VH = 88,8 \text{ Kp/mm}^2$

Ya que la dureza varía con la carga sería aconsejable referir los datos obtenidos experimentalmente, para cualquier muestra, a una única carga, tal como se aconseja por diversos autores. Se han propuesto diversas cargas pero dado que las diferencias en resistencia a la penetración, fragilidad y elasticidad originan que el intervalo de cargas para las que se obtiene un error experimental menor, sea distinto en cada sustancia, cualquiera que sea la carga elegida llevara a la obtención de valores de dureza cuya exactitud diferirá de unas muestras a otras.

Sin embargo si la carga de referencia fuese la carga unidad y la deformación producida se obtuviera por extrapolación de la ley de Kick, quedarán anuladas las diferencias en el cálculo de valores y los datos obtenidos serían comparativos.

BOWIE, S. H. U. & TAYLOR, K. (1958).—A system of ore mineral identification. *Min. Mag. Lond.*, 99, pp. 265-277 y 337-345.

IVANKO, A. A. & SAMSONOV, G. V. (1968).—Tverdost Spravochnik, pp. 1-9 Kiev.

MOREIRAS BLANCO, D. & SOLANS HUGUET, J. (1973).—Estudio de la microdureza de alumbres de la serie crómica aluminica. *Acta Geol. Hisp.*, 8 pp. 67-68.

NOGUES, J., LÓPEZ SOLERA, A. & BOSCH FIGUEROA, J. M. (1973).—Determinación de la dureza de minerales mediante la medida de microhuellas *Acta Geol. Hisp.*, 8, pp. 55-58.

POMES RUIZ, R. & SOLANS HUGUET, J. (1972).—Determinación de la dureza Vickers y de las constantes de la ley de Kick en fluoritas asturianas *Brev. Geol. Ast.*, 16, pp. 12-16.