



Vicente E. Sánchez Cela

Currículum Vitae

1963-1973: Profesor Ayudante del Área de Petrología y Geoquímica, Facultad de Ciencias (Sección Geológicas), Universidad Complutense de Madrid

1973-1977: Profesor Agregado de Universidad del Área de Petrología y Geoquímica, Facultad de Ciencias (Sección Geológicas), Universidad de Zaragoza

1978-2002: Catedrático de Universidad del Área de Petrología y Geoquímica, Facultad de Ciencias (Sección Geológicas), Universidad de Zaragoza

Desde 2002: Profesor Emérito de la Universidad de Zaragoza

Desde 2006: Miembro del Senatus Científico de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza

- Antes de su actividad universitaria fue funcionario de Correos desde 1949 a 1963 en los Cuerpos de Auxiliares y de Técnico Superior.



Publicaciones

- Desde el año 1963 he publicado 89 trabajos científicos

Principales publicaciones de los últimos 20 años

- Sánchez Cela, V. (1990). Energy and Geochemical-Geophysical Data as Critical Aspects of the Plate Tectonics Theory. *In: V.V. Belousov et al. (eds.). Critical Aspects of the Plate Tectonics Theory, vol. II.* Theophrastus Publ. Athens., 35-64.
- Sánchez Cela, V.; Auqué, L.F. & Lapuente, M.P. (1992). Petrological Significance of High T-P Metamorphic Enclaves in Dacitic-Andesitic Rocks. *In: S.S. Augustithis (ed.). High Grade Metamorphism.* Theophrastus Publ. Athens., 377-415.
- Sánchez Cela, V.; Ortiga, M. & Lapuente, M.P. (1995). The Pyrenean Orogenic Belt, Petrological Processes in relationship with the Granitic Crustal Evolution. *In: S.S. Augustithis (ed.). The Crust-The significance of granites-gneisses in the Lithosphere.* Theophrastus Publ. Athens., 95-130.
- Sánchez Cela, V. (1996). A Mechanism to Produce Igneous Basic Rocks in the Upper Crust. *In: S.S. Augustithis & A.B. Vistelius (eds.). Theophrastus Contrib. Adv. Stud. Geol., 1,* 181-197.
- Sánchez Cela, V. & Aparicio, A. (1997). A Model for the Formation of Ultramafic Rocks in the Crust: Peridotites of Southern Spain and Northern Morocco. *Rev. Acad. Ciencias Zaragoza,* 52, 197-210.
- Sánchez Cela, V. (1999a). *Formation of Mafic-Ultramafic Rocks in the Crust.* Univ. Zaragoza (Spain), 441 pp.
- Sánchez Cela, V. (1999b). *New Origin of Basalts.* Mira Edit., Zaragoza (Spain), 269 pp.
- Sánchez Cela, V. (2000). *Densialite: A New Upper Mantle.* Univ. Zaragoza (Spain), 261 pp.
- Sánchez Cela, V. (2003). The contribution of granitic rocks to crustal growth and Earth expansion. *In: G. Scalera & K-H Jacob (eds.). Why expanding Earth? INGV.* Publ., Roma (Italia), 161-180.
- Sánchez Cela, V. (2005). *La Energía de los Procesos Geológicos.* Univ. Zaragoza (Spain), 272 pp.

Congresos Internacionales de Geología

- Asistió con presentación de trabajos científicos a los siguientes:

Praga (1968); Montreal (1972); París (1980); Moscú (1984); Whashington (1989) y Florencia (2004)

Congresos Nacionales

- Ha asistido a todos los Congresos Nacionales de Geología y Geoquímica con presentación de trabajos científicos desde el año 1964.



Conferencias y Cursos Científicos de Geología, Petrología y Geoquímica

- Madrid; 1966, 1971 y 1978
- Zaragoza; desde 1980 hasta 2004
- Teruel; desde 1977 hasta 1990
- Lisboa, 1983
- Estrasburgo, 1986
- París, 1988
- Chicago, 1994

- Resumen de los principales párrafos del último libro que consideramos más relevante por su contribución a un mejor entendimiento sobre el Origen de la Energía en los Procesos Geológicos, muchos de ellos definidos como “Fenómenos Geológicos”. Entre ellos debemos de definir el Origen de las Montañas, Origen de los Magmas, etc.

Resumen del libro “La Energía de los Procesos Geológicos”

V. Sánchez Cela (2005)

Prensas Universitarias, Zaragoza, 272 pp.

El principal objetivo de este libro es proponer un modelo alternativo global en relación con el Origen de la Energía en los Procesos Geológicos. Este modelo se basa, fundamentalmente, en que el Manto Superior responde mejor a una composición más sílica; pero más densa-Densialito, el cual está afectado por cambios físicos polimórficos y, quizás también, electrónicos. Estas condiciones físicas, creadas durante la acreción dinámica de la Tierra, fueron la causa principal de que parte de la energía acrecional fuera almacenada dentro de la Tierra, y que nosotros denominamos como Energía Físico-Química Interna. Esta energía es disipada cíclicamente (o episódicamente) cuando el Manto Superior es activado. Esto se traduce en el origen y crecimiento de la corteza granítica. La enorme energía asociada al incremento en volumen que conlleva la transformación del manto superior en corteza granítica, la hemos denominado: Energía Expansional Granítica. Es la energía fundamental que gobierna los procesos o fenómenos geológicos. En relación con dicha energía, tiene lugar el origen de la mayor parte de los procesos o fenómenos geológicos, desde el abombamiento oceánico (swell) hasta la formación de cadenas orogénicas, rifts, etc.

La formación de rocas ígneas de un supuesto origen mantélico (ej. basaltos, peridotitas, kimberlitas, etc.) podrían explicarse fácilmente en relación a la energía expansional granítica asociada a la formación de la corteza granítica en ambientes friccionales-compresionales, junto a la participación de diversos materiales sedimentarios (y metamórficos) en diversas estructuras adecuadas, ej. el Baking Place en el origen de los basaltos.

Incluso el origen de los terremotos corticales podría ser relacionado con la dinámica creada por la Energía Expansional Granítica, durante el repentino levantamiento isostático creado por el crecimiento de la corteza granítica en profundidad y su fracturación en niveles superiores.



Debemos decir que mis heterodoxas teorías, principalmente aquellas relacionadas con rocas ígneas de origen mantélico, nacieron de intensos y extensos estudios y trabajos de campo y de laboratorio desde hace más de 40 años. Estas teorías, estadísticamente minoritarias, constituyeron un gran impedimento para obtener ayudas económicas en proyectos de investigación, con los que el autor pudiera avalar o desechar los modelos petrogenéticos propuestos. Esto significó que gran parte de los importantes gastos que conllevan los proyectos geológicos científicos tuvieran que ser obtenidos de mi salario universitario.

No hay aún un acuerdo general sobre el origen de los diferentes procesos geológicos (tectónicos, ígneos, etc.), y menos aún sobre cuáles son los mecanismos energéticos que los producen. El principal objetivo del presente libro es intentar definir un mecanismo energético global, que explique y relacione los diferentes procesos geológicos que han tenido lugar en la corteza terrestre; pero como insistiremos repetidas veces a través del libro, tienen lugar en el sistema manto superior-corteza.

Energía es la capacidad de hacer trabajo, y éste es el producto escalar de la fuerza por el espacio recorrido:

$$W = F \cdot e$$

La unidad de energía generalmente usada es el Julio (J), donde: un Julio=10⁷erg=0,239cal=6,242·10¹⁸eV.

La actividad energética de la Tierra se manifiesta en procesos continuos y discontinuos. Como procesos continuos se pueden definir: el flujo térmico, la radioactividad y la energía cinética de rotación.

Los procesos energéticos discontinuos, que se caracterizan por el carácter cíclico-episódico, son los más importantes dentro de las Ciencias Geológicas. Entre ellos, podemos diferenciar:

-Procesos Dinámicos-Orogénicos-Tectónicos. Son los más importantes en relación con el balance energético.

-Procesos Ígneos, que conllevan la formación desde rocas plutónicas-batolíticas hasta diversas rocas volcánicas.

-Procesos Sísmicos, que, al contrario de los anteriores, deben clasificarse como destructores en vez de constructores.

En relación con las causas de los procesos energéticos, éstos deben encuadrarse en las siguientes categorías:

-Manifestaciones energéticas que, como el flujo térmico, sólo conocemos en parte su origen (la radioactividad).

-Fuentes de energía, en las que conocemos su origen, como son la radioactividad y la energía cinética de rotación.

-Fenómenos energéticos, como las plumas mantélicas y los puntos calientes que, aunque ampliamente defendidos, aún no sabemos su procedencia.

Junto a estos, podemos también definir los mecanismos de transporte energético, como son las corrientes de convección, que de procedencia más o menos profunda y origen incierto, son extensamente defendidas por los geólogos y geofísicos, principalmente por aquellos que hoy en día defienden la teoría dominante global: la Tectónica de Placas.

El flujo térmico total que irradia la Tierra a través de su superficie es de 4,43·10¹³W, del cual 0,68·10¹³W es de origen radioactivo, sobre todo de procedencia continental, y el



resto, $3,75 \cdot 10^{13} \text{W}$ de origen mantélico (Malamud & Turcotte, 1999). Este flujo térmico, en julios, es aproximadamente de 10^{21}J . Esta energía es unas cien veces mayor que la energía consumida por los Estados Unidos ($\sim 10^{19} \text{J}$) cada año (Bolt, 1999).

Los isótopos radioactivos de vida larga son los únicos que constituyen en la actualidad fuentes de calor de cierta importancia y son de carácter lineal. Los principales son: ^{235}U , ^{238}U , ^{232}Th , y ^{40}K . Estos isótopos emiten partículas β y rayos γ , que producen una radiación electromagnética, la cual es convertida en energía cinética y ésta en térmica. El ^{235}U es el que produce más calor por gramo y año, pero actualmente el más abundante, y con mucho, es el ^{40}K , por lo que debe considerarse como el principal isótopo en la producción total energética. En las rocas graníticas el porcentaje de K es de 4,45%, mientras que la de los dos uranios no sobrepasa los 3,4ppm.

La energía cinética de rotación, que está asociada con el movimiento de un cuerpo, es:

$$E_c = \frac{1}{2} I \omega^2$$

donde ω es la velocidad angular, I el momento de inercia e $I\omega$ el momento angular. En la Tierra esta energía es aproximadamente $2 \cdot 10^{29} \text{J}$. Esta energía cambia si I o ω cambian. En ausencia de un par de fuerzas externas, el momento angular $I\omega$ debe permanecer constante. Así, los cambios en I y ω son relacionados mediante:

$$I d\omega + \omega dI = 0$$

El cambio de energía cinética correspondiente a un cambio dI es:

$$dE_c = -\frac{1}{2} \omega^2 dI$$

Si la Tierra creciera en volumen, su momento de inercia I se incrementaría y su energía cinética disminuiría, por lo que la energía de rotación de la Tierra podría ser disipada por fricción. Según la teoría de la Tectónica de Placas, esta fricción, producida por rotación diferencial, tendría lugar en las zonas de baja velocidad (ZBV) del manto terrestre, por lo que podría dar explicación a la movilidad de las placas litosféricas sobre la astenosfera y sobre zonas de puntos calientes que producen volcanismo, como parece ocurrir en Hawai. En nuestra opinión, esta rotación diferencial podría tener lugar en las zonas reflectivas de la corteza inferior-manto superior. Estas zonas corresponderían a materiales más dúctiles donde los procesos de cambios de fase conllevarían a reacciones exotérmicas y, seguramente, la liberación de algunos fluidos de los materiales más densos mantélicos (Sánchez Cela, 2000).

Desde tiempos de Morgan (1971), son numerosísimos los científicos que relacionan el volcanismo con la existencia de plumas mantélicas más o menos profundas, donde los puntos calientes son manifestaciones superficiales. Creemos que la presencia de plumas mantélicas y la formación de puntos calientes, ambos fenómenos explicados de forma diferente, no es necesaria en el origen del volcanismo y, en general, en aquellas rocas ígneas consideradas como de origen mantélico más o menos profundo. Todas estas rocas pueden explicarse fácilmente mediante su formación en la corteza bajo condiciones geológicas adecuadas (Sánchez Cela, 1999a, b).

La teoría de la Tectónica de Placas, hoy dominante, nació con el objeto de explicar diversos fenómenos geológicos y relacionarlos con un mecanismo fundamental: la "Convección Mantélica". Esta teoría está basada en antiguas ideas, de Wegener,



Holmes, Benioff, Wilson y otros muchos, sobre la "Deriva Continental"; que más tarde con la ayuda de datos paleomagnéticos resultó en la Expansión del Fondo Oceánico y en la Tectónica de Placas.

Los principales argumentos a favor de esta teoría geodinámica global provienen, entre otros, de los siguientes datos:

- 1º La corteza terrestre mantuvo la misma masa crustal a través de los tiempos geológicos, ya que el volumen de las nuevas rocas mantélicas producidas fue neutralizado por un volumen de rocas análogo, consumidas en las zonas de subducción.
- 2º Las zonas de subducción, interpretadas por datos sísmicos y paleomagnéticos, están localizadas en el Océano Pacífico en los bordes de los continentes y arcos de islas.
- 3º Interpretación de las dorsales como zonas de creación de corteza oceánica, que se expande lateralmente y que pueden colisionar y/o subducir con diversos tipos de cortezas.

Aunque esta teoría de "geodinámica global" fue calificada por algunos como una de las cinco ideas científicas más importantes (Wynn et al. 1997), creemos que no explica bien, entre otras, la importante pregunta de: ¿cuál es el mecanismo energético, "el motor" que mueve estas diversas placas de diferentes tamaños? La mayor parte de los científicos acuden a las corrientes de convección como el mecanismo energético que mueve las placas. Como sabemos, convección es un mecanismo de transporte térmico-químico que actúa en presencia de una fuente energética térmica, además de la existencia de fluidos. Pero la existencia y abundancia de fluidos en el manto, y mucho menos de "fundidos", es difícil de demostrar por datos físicos-geofísicos. La presencia de una fuente de calor en el manto que pusiera en movimiento corrientes de convección es aún más difícil de entender. Acudir, como hacen algunos, a fuentes de calor de origen radioactivo es muy "arriesgado", ya que como sabemos, los isótopos radioactivos de vida larga pueden explicar, en parte, el origen del flujo térmico y elevar unos pocos grados la temperatura de las rocas corticales-graníticas; pero es imposible que con este mecanismo energético se puedan fundir las rocas.

Todas estas "incógnitas energéticas", añadido a nuestra interpretación de muchos procesos energéticos-petrogenéticos, nos llevaron a intentar construir un modelo alternativo global, donde el mecanismo energético fundamental está almacenado en forma de cambios físico-químicos dentro de la Tierra. Esta energía, que se manifiesta en los diversos procesos tectónicos, petrogenéticos, sísmicos, etc., sobre la faz de la Tierra, es aquí definida como Energía Físico-Química Interna (Fig.1).



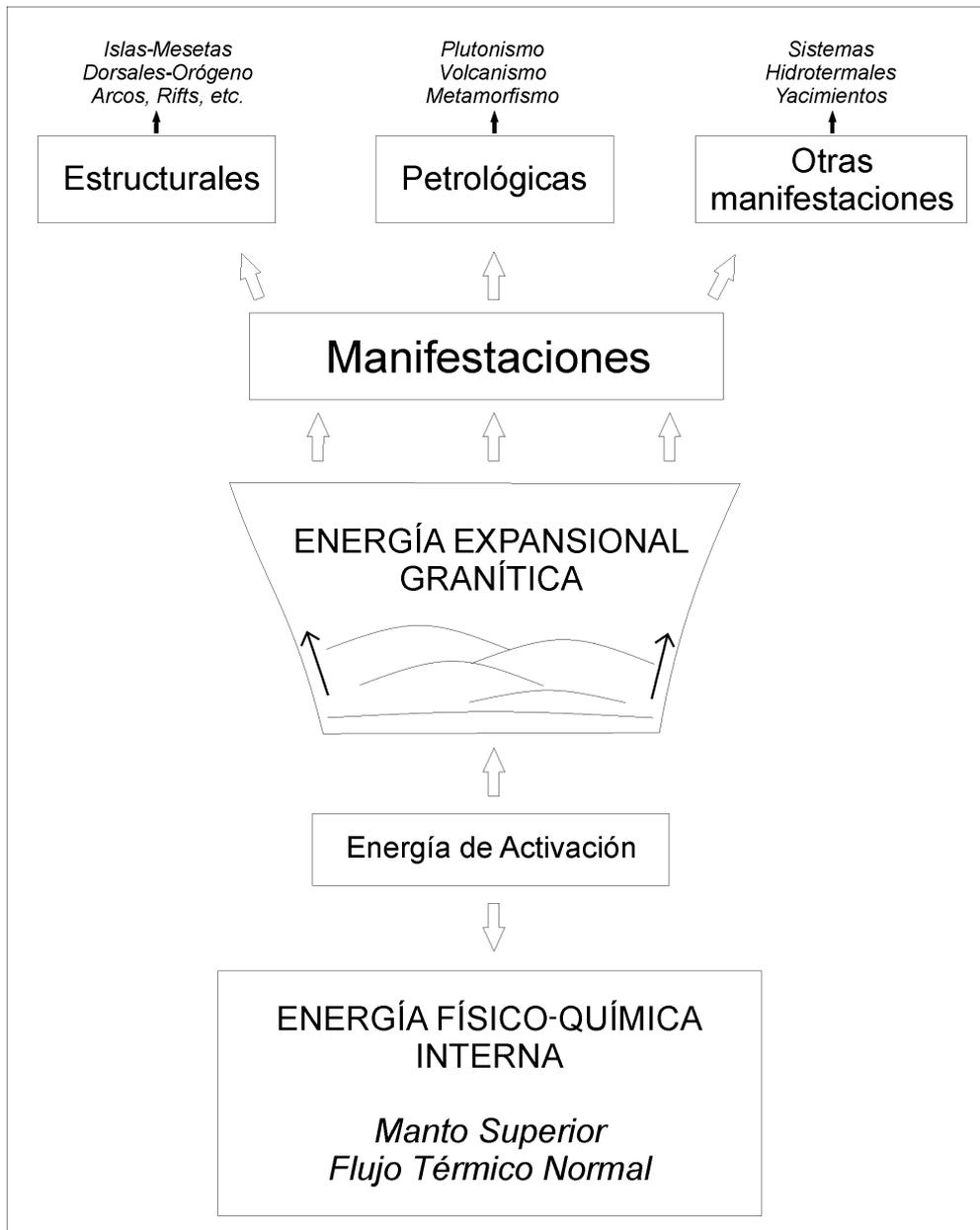


Fig.1: Principales tipos de manifestaciones geológicas-energéticas.

Referencias citadas en el resumen

- Bolt, B.A. (1999). Earthquakes. Freeman & C^o, 4th edit.
- Malamud, B.D. & Turcotte, D.L. (2000). How many plumes are there? EPSL, 174, 113-124.
- Morgan, W.J. (1971). Convection plumes in the lower mantle. Nature, 230, 42-43.
- Sánchez Cela, V. (1999a). Formation of Mafic-Ultramafic Rocks in the Crust. Univ. Zaragoza (Spain), 441 pp.
- Sánchez Cela, V. (1999b). New Origin of Basalts. Mira Edit. Zaragoza-Spain, 269 pp.
- Sánchez Cela, V. (2000). Densialite-A New Upper Mantle. Univ. Zaragoza (Spain) 261 pp.
- Wynn, C.M.; Wiggings, A.W. & Harris, S. (1997). The Five Biggest Ideas in Science. Wiley, New York.

