

## **SERPENTINITAS DE LA MINA « LA MENDOCINA »**

**USPALLATA (MENDOZA)**

**Por RAUL A. ZARDINI**

**Departamento de Ciencias Geológicas, Universidad de Buenos Aires**

---

### **RESUMEN**

Se describen cuerpos serpentínicos aflorantes en Uspallata, Mendoza, los cuales están intruidos en una escama de rocas de bajo grado metamórfico, atribuidas al Precámbrico. Las rocas de caja en "La Mendocina" están representadas por calizas lajosas; los cuerpos presentan en su interior tabiques de calizas. Además de describen una nefrita, esquistos cloríticos, una caliza ferruginosa y las franjas de talco. Las serpentinas son homogéneas, y no aparece ningún resto de estructura o textura que pueda ser atribuida a algún mafito. Existe una diferencia de tonalidades del verde, pero aparentemente ello no obedece a ninguna diferencia mineralógica. Se concluye que el metamorfismo sufrido por las rocas de caja es la parte alta de la facies de esquistos verdes y que en el momento de su intrusión la relación líquido-olivina gobierna la proporción de serpentina peridotita. Evidentemente cuanto más lejos llegue el líquido llevará menos peridotita y consecuentemente disminuirá el metamorfismo regional.

### **ABSTRACT.**

Serpentine bodies in a belt along the Cordón de Bonilla (Precordillera of San Juan and Mendoza) are described. They are intruded in low metamorphic rocks of possible Precambrian age. Serpentine is homogeneous and does not show any structure or texture attributed to a mafic mineral. Nevertheless there are differences in the green range of the colouring apparently unrelated to the mineralogy. It is concluded that the country rock belongs to the Green schist facies. During the serpentine intrusion the peridotitic material was governed by the liquid-olivine ratio. More serpentinitic material at increasing distance from the locus of intrusion and consequently lower metamorphism in the country rocks is expected.



## INTRODUCCION

En el verano del año 1959 el Departamento de Geología de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales llevó a cabo el curso de campaña para sus alumnos en la Villa Uspallata en la provincia de Mendoza. Entre las tareas desarrolladas se efectuó un levantamiento geológico de algunos cuerpos ultrabásicos que afloran en la zona. En el trabajo de campo participaron los doctores Félix González Bonorino, Arturo J. Amos, Oscar Ruíz Huidobro y el autor, quien tiene la responsabilidad del estudio de laboratorio y la redacción del manuscrito. Colaboraron además los alumnos participantes. El autor debe reconocer las sugerencias y la revisión del trabajo al doctor González Bonorino, al doctor Guillermo Centrángolo los ensayos químicos sobre los minerales opacos y al señor Manuel Calvelo Ríos la obtención de las fotografías que ilustran el trabajo.

## GENERALIDADES

Los cuerpos serpentínicos de la mina "La Mendocina" se hallan ubicados en la Quebrada de Santa Elena, Departamento Uspallata, Mendoza, y pertenecen a la faja ultrabásica mapeado por Aparicio et alia (1956). Esta faja aflora en el extremo norte de una escama de rocas precámbricas que tiene un rumbo general Norte Sur y limitada lateralmente por sendos bloques de rocas de edad carbónica. Las serpentinitas comienzan a aflorar en el portezuelo de Bonilla y se continúan en forma de cuerpos lenticulares, hasta el extremo norte de la escama mencionada, ubicándose "La Mendocina" en el centro de la misma y constituyendo junto con los demás cuerpos el centro de un intenso laboreo de talco. A ella se llega remontando la quebrada de Santa Elena desde la Villa de Uspallata, tomando siempre que exista una bifurcación de caminos, hacia la izquierda.

Las serpentinitas de esta faja presentan las características comunes de estos cuerpos, es decir tienen forma lenticular, alargados según el rumbo predominante de las estructuras regionales e inclinando con ángulos entre 30° y 50° hacia el este. Los cuerpos están separados por delgados tabiques de calizas, que constituyen las rocas de caja. Los contactos son netamente concordantes y en ellos se han desarrollado las franjas talcosas.

## ROCAS DE CAJA

En el caso de "La Mendocina" las rocas de caja son principalmente calizas cristalinas en partes dolomíticas de color gris verdoso y estructuras lajosas a masiva, inyectadas por venillas de cuarzo y calcita. Envolviendo a las serpentinas en un reborde no continuo hay una caliza ferruginosa.

Las calizas, exceptuando las de contacto y de los tabiques interiores, están formadas por calcita, cuarzo, plagioclasa, muscovita y minerales opacos. El grano de la roca es fino excepto en las venillas. Los minerales carbonáticos aparecen como un fino agregado manchado por limonita la que se concentra formando franjas en los bordes de las venillas de calcita. El cuarzo se presenta como diminutos cristales en la masa calcítica y con sus borde corroídos. En las venillas tanto la calcita como el cuarzo presentan un grano mayor y sin impurezas; el cuarzo muestra en sus bordes figuras de corrosión, y sus granos están agrupados formando lentes. La plagioclasa de carácter básico está representada por algunos pequeños cristales aislados. Tanto el cuarzo como la calcita muestran los efectos de la cataclasis.

La muscovita relativamente abundante se presenta en agregados de carácter intersticial.

Las calizas que forman los tabiques interiores tienen en general colores más oscuros y un marcado bandeado producido por la alternancia de bandas oscuras y claras. Caracterizan a estas calizas el gran tamaño del epidoto y la calcita. La zoisita es bien abundante y se presentan en cristales cuedrales que se destacan en una base calcítica totalmente recristalizada y que están orientados paralelos al bandeado. Además este mineral presenta algunas irregularidades en su crecimiento manifestada por un núcleo generalmente manchado con un mineral que no ha sido posible identificar, y en sus bordes por inclusiones de calcita. Acompañan en menor cantidad muscovita y brucita. Esta última tiene un hábito laminar y a veces fibroso radiado notándose en los contactos con los minerales carbonáticos un tenue pasaje entre ellos. Este mineral está creciendo también dentro de la dolomita. Aún otra variedad está dada por una caliza gris castaño claro dado por la alternancia de talco y dolomita. Las fibrillas de talco incluyen lentes alargados de dolomita que tiene también un reborde limonítico.

En cuanto a la caliza ferruginosa, ella es de un color amarillento de aspecto terroso (ocráceo). Tratáse de una caliza dolomítica en la

cual el carbonato se presenta en un fino agregado y que aparenta reemplazar a un mineral columnar cuya identidad no se alcanza a reconocer, aunque es posible que sea dolomita columnar.

Los descriptos son los tipos principales, aunque en el área, pero con una distribución más restringida, aparecen otras variedades; una de ellas sería un esquistos clorítico. Esta roca a ojo desnudo presenta un color verde claro mate con superficies de un brillo gris azulado dado por un mineral casi isótropo y que, a rayos X, se identificó como clorita. En corte delgado se revela coexistiendo con pequeñas lentes de antigorita.

Otra variedad está dada por una nefrita, que se presenta con un color grisáceo claro, altamente esquistoso y con unos nódulos de una tonalidad más oscura. Esta roca se ubica en una localidad en el contacto entre la serpentina y la caliza. Al microscopio se resuelve en un agregado confuso de prismas de actinolita. Este mineral forma también cristales gigantes, los cuales están total o parcialmente alterados en un clorita de baja birrefringencia con una estructura fibrosa pero en agregado y con extinción fragmentaria aun dentro de la misma laminilla. Estos núcleos tienen formas ovaladas o prismáticas, y en sus bordes se disponen como un fieltro los prismas de actinolita. Interiormente presentan puntitos de altos colores de interferencia posiblemente restos de actinolita. En la pasta los prismas y agujas de actinolita forman una fina malla y se orientan dando líneas de fluidez, las que presentan una acentuada birrefringencia dada por la presencia de carbonatos.

#### SERPENTINITAS

Las serpentinitas de La Mendocina se caracterizan por su monotonía mineralógica: Serpentina<sup>1</sup>, clorita, magnetita cromífera, limonita, talco y acompañando al conjunto pero no siempre carbonatos.

En general son rocas masivas, de color verde oscuro a verde claro, existiendo toda una transición entre los dos tonos y los cuales aparentemente no obedecen a ninguna diferencia mineralógica, ya que según los resultados de las observaciones microscópicas y a rayos X,

<sup>1</sup> Dada la permanente evolución en que se halla la sistemática de este grupo de minerales y teniendo en cuenta que un estudio mineralógico detallado no arrojaría ninguna luz sobre los aspectos geológicos, que constituyen la finalidad de este trabajo denominaremos aquí como antigorita al mineral de serpentina de aspecto laminar y  $\gamma > 1,57$  o crisotilo al mineral fibroso y  $\gamma < 1,55$ .

trátase siempre de serpentina. En superficies pulidas y en una misma muestra es posible observar los dos tonos de verde, aunque en distintas proporciones, según las muestras observadas. Uno de los tonos, el oscuro, tiene pequeñas concentraciones radiales del verde claro, cuyo material forma pequeñas venillas que se ramifican y penetran en la parte oscura disminuyendo la intensidad del color desde la venilla hacia el exterior (fig. 1). Observando con detenimiento estas venillas es posible distinguir una trama de laminillas o pajuelas más oscuras que se destacan dentro de una pasta aparentemente sin ninguna estructura, que es la que daría el color claro. Las partes más oscuras estarían formadas por un agregado de laminillas más gruesas sin pasta. Es decir, podría ser un distinto grado de cristalinidad. En algunas muestras este color verde claro es el predominante.

En corte delgado es posible distinguir algunas variedades texturales de antigorita. Ellas están dadas en primer término por el grano de las laminillas que van desde algunas claramente identificables a agregados muy finos antigoríticos que forman núcleos casi isótropos (¿serpofita?). Estos agregados suelen presentar un color gris más oscuro y menos brillante que las laminillas de antigorita.

La observación al binocular de la fractura fresca permite distinguir dos variedades, una translúcida verde clara y otra opaca verde oscura. Las dos tienen un brillo sedoso.

En cuanto a su distribución en el campo los tipos más oscuros están restringidos a manchones dentro de los cuerpos.

El crisolito se presenta en venilla o en individuos fibrosos dentro de la masa antigorítica. En las venillas las fibras crecen normales a las paredes y algunas presentan una sutura central como si hubieran crecido al mismo tiempo de ambas paredes. El contacto de las venillas con la masa serpentínica es irregular, pues las fibras se extienden en parte dentro de aquélla, donde terminan perdiéndose. Se debe destacar el curso sinuoso de las mismas y sus estrangulamientos (fig. 2). Como individuos aislados se encuentran pequeñas pajuelas distribuidas en la masa antigorítica, aunque suelen agruparse formando masas arriñonadas que determinan una trama rectangular en cuyo núcleo se encuentra antigorita de grano fino. Aisladamente estas venillas suelen estar acompañadas de carbonatos.

La clorita, muy poco abundante, está representada en su localidad por una variedad de color de interferencia azul anómalo aun cuando algunas secciones muestran un color amarillento apagado. La estruc-

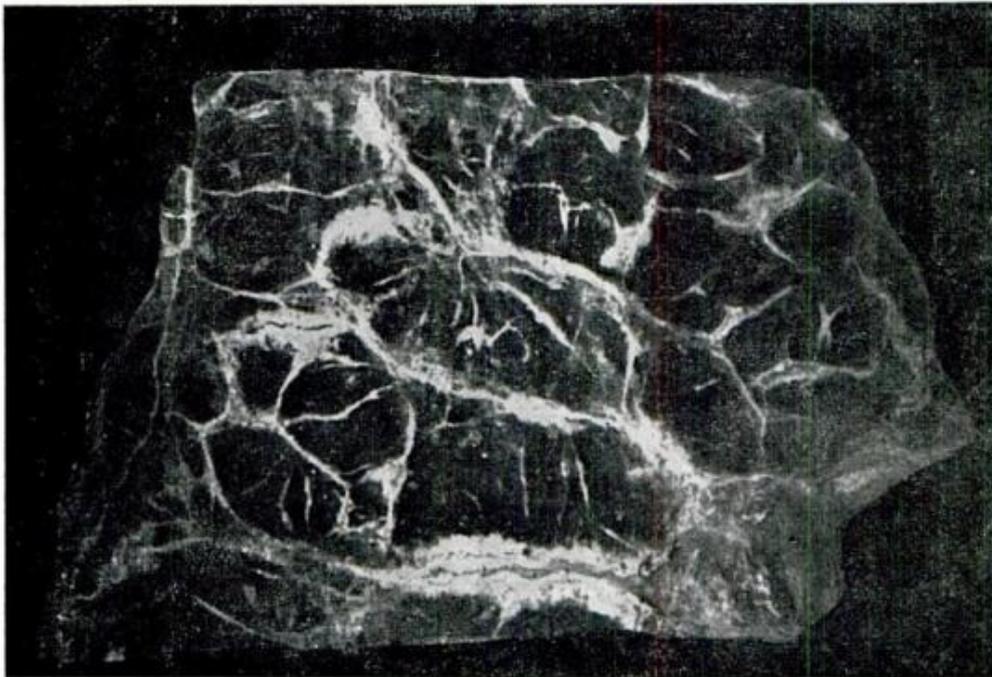


Fig. 1. — Superficie pulida de serpentinita mostrando la trama producida por la diferencia de tonalidades. Los minerales analizados por rayos X no dieron ninguna diferencia, trátase siempre de antigorita. Tamaño natural.

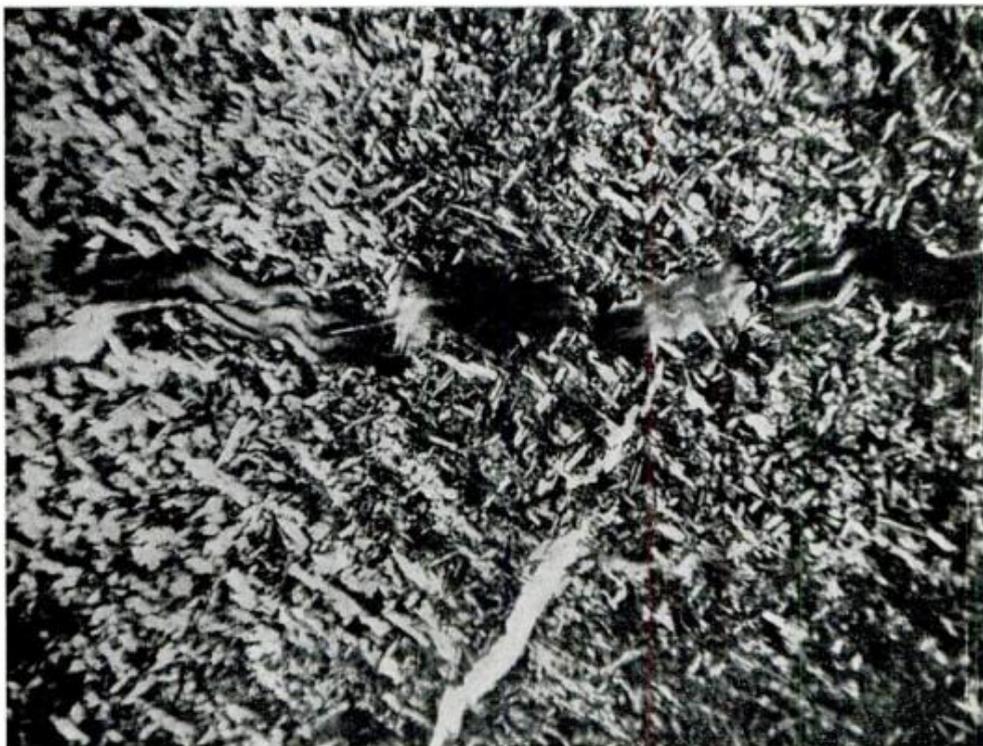


Fig. 2. — Venilla de crisotilo en antigorita.  $\times 30$



Fig. 3. — Individuos de magnetita cromifera en una base antigorítica.  $\times 8$  :  
nicoses cruzados placa negativa



Fig. 4. — Agregados prismáticos de clorita, cortados por una venilla  
de serpentina,  $\times 8$  : nicoses cruzados

tura de esta clorita es laminar, aunque algunas secciones muestran una disposición fibrosa y radial. Esta clorita forma agregados poliédricos cortadas por venillas de antigorita (fig. 4).

La magnetita cromífera (denominada así por tener Cr y ser altamente magnética) está irregularmente distribuida; se presenta en agregados gruesos de 2 a 3 mm como máximo y de formas caprichosas. Su distribución dentro de las serpentinitas es irregular; así, en algunos cortes está destacadamente ausente y en otros forma gruesos agregados. Estos suelen estar fracturados y estas fracturas rellenas con crisotilo. Sus bordes son irregulares, difusos, serrados y muestran una alteración en forma de franjas concéntricas de limonita alternando con la magnetita cromífera fresca. Las formas de estos agregados son llamativas, presentan engolfamientos y salientes agudas. En algunos los fragmentos separados alternan sus bordes, como si hubieran sido arrastrados dentro de la masa antigonítica (fig. 3).

El talco no es abundante en las serpentinitas, presentándose como aisladas pajuelas que tienen un carácter intersticial. En cambio en los bordes de los cuerpos, en sus contactos con las calizas se presentan las franjas talcosas motivos de la explotación de este mineral. Estas franjas presentan un ancho variable, de 1 a 2 metros, y está formada por esquistos talcosos claros y oscuros con esteatita masiva, acompañados siempre por carbonatos, ya en forma de venilla de calcita o un polvo distribuido entre los minerales fibrosos. Además es en esta franja donde se desarrollan zonas de actinolita. Todos estos minerales se presentan distribuidos irregularmente.

#### DISCUSION Y CONCLUSIONES

La asociación mineralógica de las rocas de caja dadas por calcita-cuarzo-plagiosa; calcita y/o dolomita-zoisita-brucita; calcita y/o dolomita-talco-muscovita, están indicando la facies de esquistos verdes, bajas temperaturas (100° a 200°) y altas presiones dirigidas. La presencia de brucita, lo mismo que la asociación talco-calcita (incompatible esta última sin la producción intermedia de actinolita) estarían indicando un sistema metamórfico hidratado y muy carbonatado, el cual no ha permitido la formación de periclasa ni de actinolita dentro de las calizas (Barth, 1952, p. 335). El epidoto es también un mineral de baja temperatura, y en cuanto al cuarzo, plagioclasa y muscovita, no serían indicadores de altas temperaturas.

La caliza ferruginosa que rodea en forma interrumpida a los cuerpos serpentínicos representa una facies de contacto dada por la disolución del carbonato y su mezcla con un mineral columnar. Es posible, por otra parte, que ella represente en algunos sectores la facie carbonatada posterior a la intrusión y que acompaña invariablemente a la formación de talco; en este caso llevaría además hierro en solución.

La nefrita también estaría indicando condiciones de altas presiones dirigidas y relativamente bajas temperaturas (facies actinolítica de los esquistos verdes. Turner 1948, p. 99).

En cuanto a las serpentinitas de "La Mendocina" tienen una composición homogénea a pesar de las diferencias de tonalidades. Su textura no permite deducir que sean productos de alteración de otros minerales con excepción de los agregados de clorita. Siempre se trata de serpentina, minerales opacos, talco y carbonatos, de los cuales, únicamente los dos primeros son importantes por ser primarios.

Osborn (1959, p. 687) estudiando de cristalización de un magma basáltico a presión de oxígeno constante, hace notar que la cristalización fraccionada deja un residuo líquido mayor que la cristalización a composición total constante. Este residuo, por la separación temprana de magnesioferrita, tiende a aumentar su contenido en sílice y en FeO. Para mantener la presión de oxígeno constante es necesario la adición de agua a la mezcla, la cual provendría de las rocas de caja. Ahora bien; si tenemos un líquido cuya trayectoria de cristalización deja un líquido enriquecido en sílice y hierro es posible que este residuo, al ser sometido a presiones se intruya y un descenso brusco de la temperatura lo lleve al campo de estabilidad de la serpentina cristalizando ésta directamente e incorporando en su estructura la poca agua presente (Hess, 1938, p. 237). El hierro (y cromo) como no participan de la composición de la serpentina, deben concentrarse en las pequeñas grietas que sin duda se deben producir en un gel que se está haciendo rígido. De esta manera quizá podríamos explicar la forma de los agregados de magnetita cromífera.

Es así que podríamos suponer una cámara magmática en la cual esté cristalizando un líquido ultrabásico, y que en un momento de su evolución al ser sometido a presiones dirigidas, expulse a ese líquido a lugares más distantes que si fuera un intrusión sólida. Este líquido llevará algunos cristales de olivina y piroxeno ya formados, pero éstos disminuirán a medida que la distancia alcanzada por ese líquido sea mayor. Es decir, suponiendo para una faja serpentínica un mismo

nivel de intrusión cuanto más cerca del origen, aumentarán los cristales de olivina y piroxeno con relación a la serpentina, mientras que a mayor distancia se encontrarán serpentinitas puras.

Consecuentemente, y para una misma faja serpentínica se deduce que cuanto más peridotíticas sean las serpentinitas, también el metamorfismo regional de las rocas de caja será mayor. Este hecho ya fue observado por Hess (1938, p. 221) pero este autor lo relaciona con el porcentaje de agua en las rocas de caja (que provocaría la serpentización), siendo éste mayor en los sedimentos que en los gneises anhidros.

#### LISTA DE REFERENCIAS CITADAS EN EL TEXTO

- APARICIO, E. Y OTROS. 1956. *Hoja Geológica 23 c. Mendoza.*— Informe inédito D. N. Geología y Minería.
- BARTH, T. F. W. 1952. *Theoretical Petrology.*— John Wiley & Sons, Inc.
- HESS, H. H. 1933. *A primary peridotite magma.* — Amer. Jour. Science. Vol. 35, p. 321-344.
- OSBORN, E. F. 1959. *Role of Oxygen Pressure in the Crystallization and Differentiation of Basaltic Magma.*— Amer. Jour. Science, vol. 257, p. 609-647.
- TURNER, F. J. 1948. *Mineralogical and structural evolution of the metamorphic rocks.*— Mem. 30. Geol. Soc. Am.

Manuscrito recibido mayo 1961.