

## Las serpentinitas y su correcta utilización en construcción

**Dolores Pereira** (Dra. en Geología), **José Antonio Blanco** (Dr. en Geología), **Mariano Yenes** (Dr. en Geología), **Mercedes Peinado** (Dra. en Geología)

*Las serpentinitas son rocas de extendida utilización como roca ornamental debido a su amplia gama de colores y su atractiva diversidad textural. Sin embargo, el desconocimiento de su composición, tanto química como mineralógica, hace que en ocasiones su uso no sea el correcto*

La evolución de una serpentinita una vez emplazada en la construcción puede ser de diferentes formas según sea dicha composición. Por ello, es importante suministrar tanta información como sea posible a la hora de distribuir estas rocas para su comercialización, y así evitar que el material sufra un deterioro que en muchas ocasiones no tiene más solución que el reemplazamiento de la parte dañada.

Las serpentinitas son rocas procedentes de la alteración de minerales anhidros que formaban parte de una roca ultramáfica preexistente. Olivino, piroxenos, otros silicatos magnésicos y espinelas que se transforman por hidratación en distintos minerales del grupo de la serpentina, dando lugar a

rocas parcial o totalmente serpentinizadas. Al proceso de serpentización le puede seguir otra serie de cambios químicos y mineralógicos cuyo objetivo, normalmente, es sustituir minerales primarios por otros con alto contenido en volátiles; por ejemplo la carbonatación. La modificación de las diferentes fases minerales puede hacer que la roca se comporte de formas diferentes en cuanto a sus características físico-mecánicas, y por tanto en su respuesta en construcción (Pereira et al., 2004). Las serpentinitas son muy utilizadas como roca ornamental, pero actualmente no tienen una normativa propia en el ámbito europeo. Debido a que muchas de las rocas que se explotan para uso ornamental tienen un alto



Fig. 1.- Aspecto de las serpentinitas en Cabo Ortegal. Se observa un sistema de fracturas que están rellenas de serpentina fibrosa.



Fig. 2.- Deterioro selectivo de la placa de serpentinita a través de las venas rellenas de calcita. Detalle de Fig. 4.



Fig. 3.- El sistema de grietas rellenas de calcita evoluciona en su deterioro, hasta que se produce la ruptura de la placa.

grado de carbonatación, las serpentinitas se engloban en las fichas técnicas de los mármoles, y, de hecho, en la industria de la roca ornamental se las conoce como “**mármol verde**”. Sin embargo, la diferente historia petrográfica de estas rocas hace que a veces presenten un contenido muy elevado de serpentina y apenas nada de carbonato; o bien, presentan un porcentaje muy elevado de carbonato, pero aun conservan residuos de la mineralogía original, fundamentalmente minerales metálicos. La correcta identificación mineralógica puede ayudar a corregir y/o evitar el deterioro que esta roca pueda llegar a tener por el proceso

natural de alteración una vez emplazada en un edificio, bien como enlosado o como aplacado vertical.

En este trabajo presentamos un estudio comparativo de diferentes serpentinitas, una procedente de Galicia (**Verde Pirineos**), formada por un elevado porcentaje de serpentina, y otras con un elevado grado de transformación a carbonatos, procedentes de Almería (**Verde Macael**) y de India (**Rajasthan Green**)

### Verde Pirineos

Esta roca se explotaba en la localidad de Moeche, donde aparece en un afloramiento de dimensiones reducidas y donde se puede apreciar el alto grado

de deformación y cizallas que recorren la roca (Fig. 1). Son muy frecuentes las cizallas y venas en las que se dispone gran cantidad de serpentina fibrosa. La Verde Pirineos se explotaba por Marmolera Gallega S.A. Actualmente, la explotación se ha parado (Marmolera Gallega S.A., comunicación personal). Nosotros hemos hecho un estudio de las características químicas, mineralógicas y técnicas de esta roca (Tablas 1, 2 y 3) para ver su comportamiento. Los resultados obtenidos se comparan con los datos publicados en Roc Maquina para este material (Tabla 2). Puede observarse que, si comparamos los valores físico-mecánicos de estas rocas, en ningún caso cumplen los requisitos necesarios para su uso como roca ornamental, según la nor-

**Tabla 1. Composición química de elementos mayores en dos serpentinitas con procesos de alteración diferentes**

	Verde Macael*	Verde Pirineos
SiO <sub>2</sub>	0,17	38,99
TiO <sub>2</sub>	0,01	0,00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,00	1,06
FeO	0,28	8,06
MgO	0,07	38,09
MnO	0,15	0,05
CaO	49,64	0,11
Na <sub>2</sub> O	0,06	0,05

\* Fuente de información: [www.dipalme.org](http://www.dipalme.org)

**Tabla 2. Propiedades físicas de serpentinitas explotadas en Macael y Moeche, comparadas con las propiedades requeridas por la normativa americana ASTM**

Propiedades físicas	Requerimientos de ASTM	Verde Macael	Verde Pirineos
Absorción (%) ext./int.	0,20 max./0,60 max.	0,20	0,93
Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	2.560 (min)	2.810	2.700
Resistencia a compresión (MPa)	69 (min)	82,7	34,46
Resistencia a flexión (MPa)	6,9 (min)	13,5	5,92

Tabla 3. Propiedades físicas de muestras de rocas ultramáficas recogidas para este trabajo en Cabo Ortegal. Se comparan con las propiedades requeridas por la normativa americana ASTM

Propiedades físicas	Requerimientos de ASTM	Cabo Ortegal 2	Cabo Ortegal 3a	Cabo Ortegal 3b	Cabo Ortegal 1	Cabo Ortegal 4
Absorción (%) ext./int.	0,20 max./0,60 max.	13,06	0,25	0,13	0,09	0,09
Densidad (kg/m3)	2.560 (min)	1.690	2.920	2.940	2.940	2.500
Resistencia a compresión (MPa)	69 (min)	1,91	49,4	67,1	78,22	84,1

mativa Americana (ASTM, 2002). Hemos utilizado esta normativa porque actualmente no existen especificaciones en Europa para serpentinitas, y estas rocas se regulan con las mismas normas que los mármoles, lo cual consideramos que no es correcto.

**Verde Macael y Rajasthan Green**

Estas rocas se extraen en la provincia de Almería, en la localidad de Macael, y en el complejo ultramáfico de Rajasthan, en India, respectivamente. Las estudiamos conjuntamente porque tanto su mineralogía como su composición química reflejan su total transformación a carbonatos. No obstante, en el estudio petrográfico hemos observado que existen restos de la mineralogía original.

Estas rocas presentan una gran cantidad de venas y fracturas que, a diferencia de la Verde Pirineos, están rellenas de calcita. Hemos observado que

los carbonatos que rellenan las venas presentan texturas diferentes que los carbonatos que reemplazan la mineralogía de la roca ultramáfica original. En ocasiones podría hablarse de varias generaciones de carbonatos. El estudio en detalle de este proceso de reemplazamiento de silicatos por carbonatos, puede ser de gran importancia a la hora de entender el comportamiento de estas rocas una vez que se han dispuesto en el edificio al que estaban designadas. Hemos observado que las placas que están afectadas por un sistema de venas paralelas, rellenas de calcita, pueden llegar a perder el material de relleno, dando lugar a un agrietamiento de la roca (Fig. 2) e incluso a



Fig. 5.- a) Deterioro de placa de serpentinita en revestimiento vertical de un local comercial en Viena.



Fig. 5.- b) Nótese cómo el reemplazamiento de la placa da lugar a una modificación notable en las características visuales del conjunto, a pesar del tratamiento de pulido posterior.



Fig. 4.- La evolución de las serpentinitas, una vez emplazadas en el edificio, puede ser diferente según su composición química y mineralógica. Esto puede dar lugar a coloraciones inesperadas que hacen contrastar de manera notable las diferentes piezas del recubrimiento.



la disgregación de parte de la pieza (Fig. 3).

### Discusión


Debido a que las serpentinitas pueden llegar a estar completamente transformadas a carbonato, estas rocas se encuentran muchas veces en catálogos comerciales dentro de la sección de los mármoles. De hecho, el nombre comercial de las serpentinitas es "mármol verde". Quizás por este motivo las rocas no responden de la manera que se esperaba una vez pulidas, porque, aunque la carbonatación puede llegar a ser muy intensa, es posible que queden minerales previos que responden de manera muy diferente al pulido, sobre todo los minerales metálicos (como las espinelas) que son muy frecuentes en este tipo de rocas.

El proceso de serpentización de una roca ultramáfica conlleva un importante cambio de volumen, pudiendo llegar a un aumento del 40% de éste. Este aumento de volumen se corresponde con la formación de minerales secundarios que, en ocasiones, pueden seguir transformándose una vez que la roca ha sido

emplazada en la construcción, y va a dar lugar a decoloraciones inesperadas (Fig. 4) y pérdida de material.

Las serpentinitas se han utilizado ampliamente a lo largo de la historia, antiguamente en monumentos (fundamentalmente en Grecia y en Italia), y actualmente en locales y edificios comerciales.

La serpentización es diferente en los diferentes macizos ultramáficos, de manera que conociendo las características de las serpentinitas que se comercializan, en caso de tener que reemplazar las placas deterioradas, se puede intentar conseguir roca del mismo afloramiento, y así evitar usar serpentinitas de procedencia distinta que seguro que tienen aspecto diferente (Figs. 5a y 5b). Esto es especialmente importante en el caso de monumentos. La conservación del Duomo de Florencia ha conllevado el reemplazamiento de algunas de las placas de serpentinita. La construcción original utilizó la serpentinita de Prato (Verde di Prato) que actualmente no se explota. El reemplazamiento de las piezas ha utilizado una serpentinita de procedencia diferente y se teme que con el tiempo, la apariencia de las nuevas placas sea muy distinta a la original.

Nuestra propuesta es que los distribuidores de serpentinitas como roca ornamental adjunten a su catálogo tanta información como les sea posible con respecto a estas rocas, tanto de tipo químico como mineralógico y técnico. Esto podría evitar el uso indebido de la roca así como posibles acciones de peritaje y judiciales asociadas al mismo (U.S. Customs, 2001). 

### Referencias

- ASTM International 2002. Standard Specification for Serpentine Dimension Stone. C 1526-02.
- Pereira, M.D., Peinado, M., Blanco, J.A., Yenes, M., Fallick, A., Upton, B. (2004) Serpentine: a potential natural stone in Spain. In: R. Pickryl (Ed.) Dimension stone, Balkema, Taylor and Francis Group, London, pp. 85-87.
- U.S. Customs 2001. Classification of marble. What every member of the trade community should know about. An informed Compliance Publication. 14 pages.

### Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto BTE2003-04812 del Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Ref.002 en el Boletín de Servicio al Lector