



## Tópico 4- N°24

### CRECIMIENTO BIOLÓGICO EN UNA ROCA GRANÍTICA EN UNA BÓVEDA DEL CEMENTERIO DE LA PLATA

Rosato Vilma<sup>1,2</sup>, García Renato<sup>1,3</sup>, Lofeudo Rosana<sup>1</sup>, Ribot Alejandro<sup>1</sup>, Iloro Fabián<sup>1</sup>

1-LEMIT (Laboratorio de Entrenamiento Multidisciplinario para la Investigación Tecnológica)- CIC. 52 e/121 y 122, 1900 La Plata- patrimonio@lemit.gov.ar

2-UTN, Facultad Regional La Plata, LEMaC (Laboratorio de Estudios Viales).

3-Becario CIC.

## RESUMEN

Entre los monumentos pertenecientes al patrimonio se incluye al patrimonio funerario, íntimamente relacionado con la historia de la ciudad, en este caso, La Plata. En el cementerio local existen aproximadamente dos mil quinientas bóvedas de diferentes períodos y estilos, construidas básicamente con mampostería de ladrillos y revestimientos de mortero símil piedra. Además se utilizan diversas rocas ornamentales para dar más categoría al monumento, como los ornatos de mármol blanco, o el uso del granito. En este caso, se realizó un estudio sobre una bóveda con revestimiento de granito gris sin pulir, afectada por el crecimiento de líquenes. Se realizó la caracterización de la roca, se identificaron los líquenes. La roca se identificó como una roca granítica calcoarenítica de las sierras pampeanas (Prov. de san Luis), y se obtuvieron muestras similares en una marmolería, que fueron sometidas a análisis de densidad, absorción de agua y porosidad. Se hallaron los líquenes: *Xanthoparmelia ulcerosa*, *Caloplaca cinnabarina* y *Xanthoria fallax*. *C. cinnabarina* se encontró principalmente en las salientes de las molduras, donde se acumula más agua. Además, la rugosidad permite un mayor crecimiento de líquenes en las superficies verticales.

Palabras-Clave: líquenes, patrimonio funerario, rocas graníticas, técnicas de limpieza

## 1. INTRODUCCION

Los cementerios son lugares patrimoniales por excelencia ya que en ellos se puede observar el pasado de una ciudad y reconocer a sus miembros más destacados. Los monumentos funerarios están ligados a la memoria de las familias, pero también a la historia.

El cementerio de La Plata no es una excepción: diseñado por P. Benoit, alberga mausoleos de importancia, siendo muy particulares los que imitan los antiguos templos egipcios [1].

En un trabajo anterior [2] se trató el tema del deterioro biológico y los procedimientos de limpieza en monumentos de mármol. En este caso se estudiarán los factores biológicos que afectan a un mausoleo revestido con granito sin pulir, identificando la roca, realizando los ensayos tecnológicos para conocer sus características. También se identificarán los agentes biológicos presentes, haciendo una comparación con los hallados anteriormente en otros monumentos [3].

En este caso, se analizaron las bóvedas de las familias Cerliani y Basset (K1 y F78 respectivamente, según la zonificación del Cementerio) (Figura 1). Lamentablemente, al no tener placas, fechas ni inscripciones, la administración del Cementerio no nos ha podido brindar mayores datos. Pese a no contar con una referencia histórica sobre los mausoleos o las familias, igual se efectuó el relevamiento debido a los materiales utilizados y la colonización de líquenes observada.



Figura 1: Ubicación de las bóvedas estudiadas.

## 2. METODOLOGÍA

La roca fue fotografiada tomando como referencia una escala calibrada para analizar correctamente el color y medir el tamaño de grano, comparado con una muestra testigo (figura 2). Estas fotos fueron observadas y analizadas por el personal de la sección Mineralogía y Petrología del LEMIT. Con esta información se obtuvieron muestras de roca similares en una marmolería, que fueron sometidas a ensayos de absorción y retención de agua. También se identificaron los organismos presentes, que se observaron bajo microscopio estereoscópico y óptico y, con las características observadas, se identificaron utilizando las claves correspondientes [4,5, 6].

## 3. RESULTADOS

### Caracterización de la roca

Como se puede apreciar en las fotos, el color, el tipo y el tamaño de grano del testigo y de la roca utilizada en el mausoleo son totalmente coincidentes.



Figura 2 Roca testigo colocada contra el muro del mausoleo junto a la escala. No se notan mayores diferencias de coloración o grano.

Observada bajo microscopio estereoscópico es una roca ígnea holocristalina, de color blanquecino grisáceo, con tamaños de grano variables entre 1,0 y 2,5 mm (figura 2). Al microscopio se observa una textura hipidiomorfa (figura 3).

Se halla integrada por:

- ❖ Cuarzo: abundante, forma agregados y cristales anhedrales, con extinción marcadamente ondulosa escasa homogénea; en ocasiones, en baja proporción, alrededor de los cristales mayores, se identificaron finos mosaicos recristalizados.
- ❖ Plagioclasa: forma cristales subhedrales, escasos euhedrales, con maclas polisintéticas de albita, albita-Carlsbad y ocasionales de albita-periclina. Composicionalmente corresponde a oligoclasa. Rodeando algunos cristales, se identificaron rebordes de plagioclasa más ácida (albita); en otras ocasiones, puede desarrollar mirmequitas. Se presenta fresca hasta parcialmente alterada a sericita o enturbiada por alteración a finos agregados arcillosos (la alteración, de preferencia, se localiza en los núcleos de los cristales).
- ❖ Feldespatos potásicos: cristales subhedrales hasta euhedrales, mayormente de microclino. Se presenta fresco y, a veces, desarrolla perfitas. En varios cristales, además de las maclas enrejadas, se identificaron maclas simples de Carlsbad.
- ❖ Micas: la biotita predomina sobre la muscovita. La biotita presenta pleocroísmo castaño rojizo claro a oscuro, y se presenta como láminas deformadas, frescas hasta parcialmente alteradas a clorita. La muscovita suele tener tamaños menores que la biotita y también muestra signos de deformación sobreimpuesta.
- ❖ Minerales accesorios: apatita; abundante circón (cristales pequeños, muchas veces alojados en el interior de la biotita y desarrollando halos pleocroicos). Escasos óxidos de hierro.



- ❖ Minerales de alteración: además de los ya consignados (sericita, clorita), se identificó epidoto, como gránulos intersticiales localizados entre los minerales mayoritarios, como gránulos asociados a la biotita, o en el interior de la plagioclasa (como alteración parcial y reemplazo).

Por las características mineralógicas se trata de un granito calcoalcalino de las sierras pampeanas (Prov. de San Luis).

En cuanto a los ensayos tecnológicos, es un material con un peso específico de 2,6 y absorción de agua de 0,19 % en peso, es decir, una roca compacta. La dureza es de 6- 6,5 en la escala de Mohs, lo que lo caracteriza como un material duro, que sólo puede ser rayado por el cuarzo o el diamante.

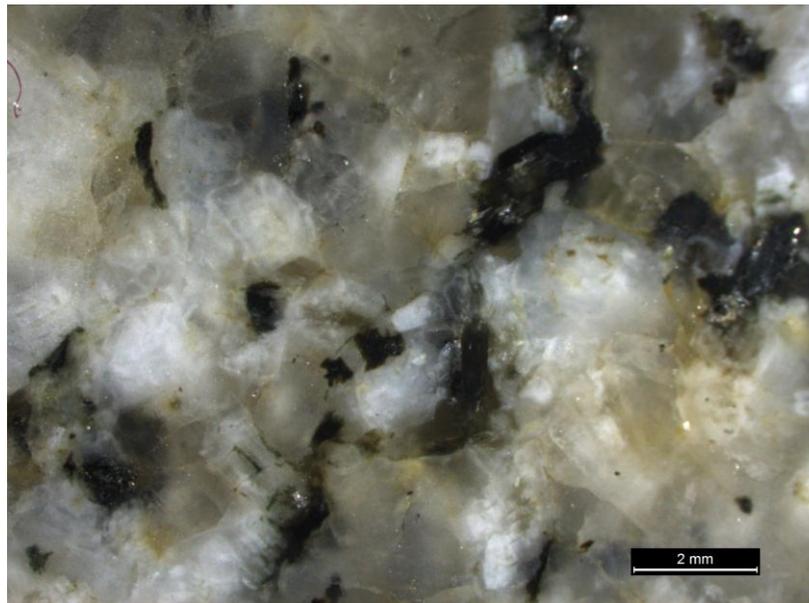


Figura 2: Foto de sección lúcida bajo microscopio estereoscópico

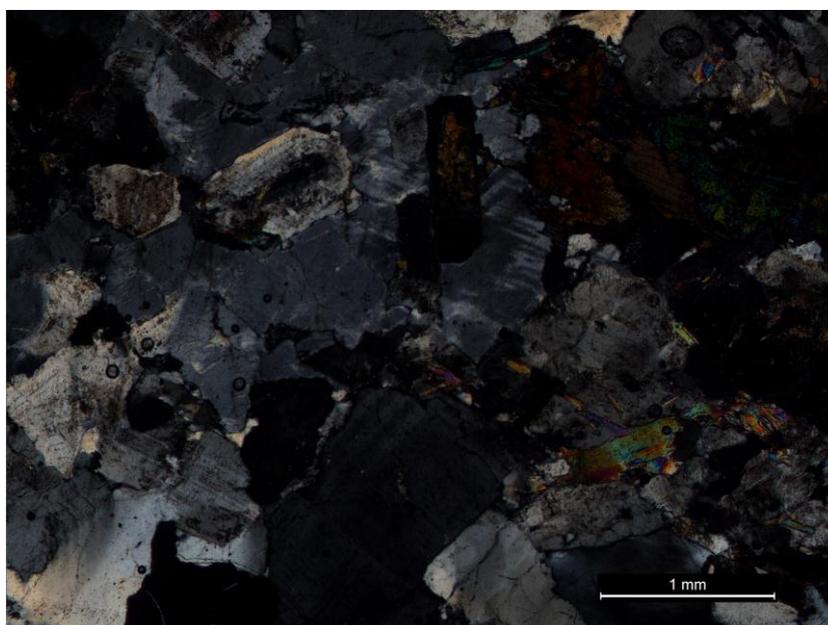


Figura 3: Foto de la roca vista bajo microscopio con luz polarizada y prismas de Nicol cruzados.



## Característica de la superficie

A diferencia del granito pulido empleado habitualmente, en este mausoleo la roca utilizada tiene la superficie rugosa.

Existen diversos acabados superficiales que se utilizan para otorgar distintas propiedades estéticas a las placas ornamentales de rocas: pulido, flameado, apomazado, abujardado, serrado y otros.

Las rocas de tipo granítico soportan todos estos tratamientos, pero los mármoles no soportan bien los choques térmicos del flameado (2500° C), y otras piedras no soportan el pulido (por ejemplo, mármol travertino)

La roca bajo estudio tiene una terminación abujardada, que consiste en una superficie rugosa y homogénea, con pequeños cráteres repartidos uniformemente.

El abujardado es uno de los acabados más tradicionales, que consiste en obtener esta textura a partir de la aplicación de repetidos golpes con una bujarda, una herramienta manual o mecánica con puntas de acero de forma adiamantada.

Un acabado similar se obtiene con el flameado, pero la superficie queda con aspecto brillante vidriado, lo que no se observa en este caso.

## Organismos hallados

Al realizar la inspección de mausoleo se observó la presencia de diversas especies de líquenes, entre ellas *Caloplaca cinnabarina*, *Xanthoparmelia ulcerosa* y *Xanthoria fallax*. Estas especies se desarrollan principalmente en la parte inferior del mausoleo y en las molduras donde escurre el agua de lluvia (figura 4). Además, al ser un granito sin trabajar, la rugosidad de la superficie permite que los líquenes lleguen a desarrollarse también en las paredes verticales, a diferencia de lo que ocurre en otros mausoleos con revestimientos de granito pulido, en donde no crecen líquenes.

- ❖ *C. cinnabarina*: talo circular, pequeño, íntimamente adherido a la roca (crustoso), color naranja intenso con el borde externo de color negro. Su remoción mecánica es muy difícil. (Figura 4).
- ❖ *X. ulcerosa*: talo similar a una hoja (folioso) de color verde-amarillento, borde dividido en pequeños lóbulos el cuerpo completo puede llegar a tener varios centímetros de diámetro. Se adhiere al sustrato por estructuras especiales similares a pequeñas raíces (ricines) estas pueden penetrar en grietas y fisuras, lo que dificulta una extracción mecánica sencilla. (Figura 4).
- ❖ *X. fallax*: especie de talo pequeño, con forma de hojas delgadas y ramificadas, de color amarillo brillante. Se adhiere a la roca por ricines y se desprende fácilmente de la roca.

Estas especies se diferencian de las halladas anteriormente en bóvedas con morteros de cemento, donde predomina *C. austrocitrina*, o en las lápidas de granito negro del cementerio judío, con *Caloplaca holocarpa* y *Xanthoparmelia farinosa* [3].



Figura 4: vistas del frente y del reverso de la tumba, donde se resaltaron los sectores con altas concentraciones de líquenes.



Figura 5: *X. ulcerosa* (verde) y *C. cinnabarina* (naranja) sobre el granito de la tumba.



Figura 6: detalle de *X. ulcerosa* sobre la superficie.

Estos organismos generalmente ocasionan daños químicos y mecánicos a las superficies [7, 8]: se ha observado en otras especies de *Caloplaca* que tienen la capacidad de penetrar el sustrato [9, 10]. *C. austrocitrina* penetra hasta 1,5 mm los morteros de cemento y libera ácido oxálico, en tanto *C. felipponei*, especie de zonas marinas, tiene aréolas (pequeñas secciones del talo) que se fijan en la roca, llegando a afectar la cuarcita hasta 100  $\mu\text{m}$  (0,1 mm) de profundidad [10]. En lo que respecta a *Xanthoparmelia* y *Xanthoria*, al ser líquenes foliosos, pueden afectar causando pequeños desprendimientos del sustrato que se adhiere a los ricines (estructuras a modo de raíces que permiten al liquen fijarse al sustrato) [7, 8]. Tal como se observa en el esquema, mientras el liquen se halla hidratado, los ricines se adhieren al sustrato, pero al secarse, se encoge, disminuye su tamaño y al elevarse los bordes por la desecación, los ricines se levantan también, arrastrando trozos del sustrato (figura 7) [11].

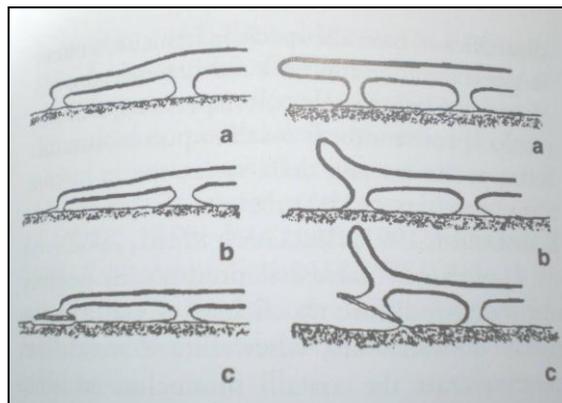


Figura 7: Acción sobre el sustrato. a: hidratado c: deshidratado.



Sin embargo, también hay que señalar que en este caso particular, los líquenes afectan más que nada en el aspecto estético: como se aprecia en las fotografías, la presencia de líquenes dificulta la observación del monumento.

#### 4. CONCLUSIONES

En los mausoleos estudiados se observa el desarrollo de líquenes sobre los revestimientos de granito en bruto, no pulido, siendo especies que no se observan con frecuencia creciendo sobre morteros de cemento. Sin embargo, y a pesar de la rugosidad, la mayor cobertura se da en las superficies inclinadas de las basas. *X. ulcerosa* se extiende desde los sectores inclinados y horizontales hacia los verticales (fig., además se ha visto principios de colonización de esta especie sobre las superficies verticales independientemente de los sectores antes mencionados, por lo que es de suponer que la colonización de las superficies verticales solo tarda mayor cantidad de tiempo en producirse.

#### 5. AGRADECIMIENTOS

Al área de Mineralogía y Petrología del LEMIT por caracterizar la roca.

#### 6. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Sempé M.C. y Gómez Llanes E. (2011), "La Masonería y la ciudad de La Plata". EN: Sempé M.C y Flores O.B. (Compiladoras): El cementerio de La Plata y su contexto histórico. pp 269-294
- [2] Lofeudo R., Rosato, V.G. y Sempé, M.C., (2012), "Análisis y puesta en valor de monumentos funerarios marmóreos de inicios de siglo XX en la Ciudad de La Plata, Argentina". VIII CINPAR 2012, La Plata, 4 al 6 de junio de 2012.
- [3] Rosato, V. G. 2004-"Líquenes sobre tumbas históricas del Cementerio de La Plata". *Actas de las XV Jornadas Argentinas de Arqueología Rio Cuarto, 19-23 de septiembre de 2004*.
- [4] Adler, M.T. (1992), "Clave de los géneros y las especies de Parmeliaceae (Lichenes, Ascomycotina) de la Provincia de Buenos Aires (Argentina)". *Bol. Soc. Argent. Bot.* Vol 28, pp 11-17.
- [5] Scutari, N.C. (1992), "Los géneros foliosos y fruticosos de Physciaceae, Candelariaceae y Teloschistaceae (Ascomycotina liquenizados) de la provincia de Buenos Aires". Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.
- [6] Mc cune B. (2012), "Caloplaca in Pacific Northwest". <http://people.oregonstate.edu/~mccuneb/Caloplaca.pdf>
- [7] Liscia M., Monteb M. and Pacinia E., (2003), "Lichens and higher plants on stone: a review" *International Biodeterioration & Biodegradation*. Vol. 51, No 1, pp 1-17
- [8] Caneva, Nugari y Salvadori - G. Caneva, M.P. Nugari, O. Salvadori. (2005), "La biologia vegetale per i beni culturali", Vol. 1: Biodeterioramento e conservazione, Nardini, Florencia
- [9] Traversa, L.P., Rosato, V. G. y Cabello, M.N. (2000), "The action of *Caloplaca citrina* on concrete surfaces: a preliminary study". EN: Vasco Fassina (Ed.) *Proceedings of the 9th. International Congress on deterioration and conservation of stone*. Venecia, 19-24 de Junio de 2000. Elsevier, Amsterdam
- [10] Traversa, L.P., Lasi, R., Zicarelli, S. y Rosato, V. G. (2000), "Biodeterioro de morteros y hormigones por acción de los líquenes". *Hormigón*, Vol. 35, pp. 39-48
- [11] Fry, E. J. (1924). A suggested explanation of the mechanical action of lithophytic lichens on rock (shale). "*Annals of Botany*" 38, pp. 175-169.