



**CATEGORIZACIÓN DE LA ALTERACIÓN POTENCIAL EN MÁRMOLES Y TRAVERTINOS
ORNAMENTALES**

KARLSSON Alicia(1) - CASTAGNO Rodrigo - AYALA Rosa (1)
(1) CÁTEDRA DE MINERALOGÍA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
Avd. Sabattini 1672. Córdoba (5014) Argentina
e-mail: karlsson@onenet.com.ar

ABSTRACT

In this paper statistical mineralogical test were made in petrologic slide of different types of ornamental marble stone traditionally employed in Chile, in order to determine thier possible athmospheric degradation in a polluting enviroment. This investigation is an importan guide to determine the more advantageous use to this rocks. Through it were arrived to the following decreasing order of athmospheric pollution resistance of marble stone: BLANCO CARRARA, MARMOL VERONA, BRONCETO NACIONAL, TRAVERTINO GRANICUATRO, MARMOL BOTTICCINO, CREMA MARFIL, TRAVERTINO CEDOLIN, VERDE ALPI, TRAVERTINO SELCO, MADERA CEDOLIN.

INTRODUCCIÓN

Los mármoles y travertinos ornamentales son largamente utilizados en Chile, siendo importante todo estudio que plantee un mejoramiento en su uso y conservación. Los ensayos más importantes que categorizan las características físico- mecánicas son entre los más importantes, la compresión simple, resistencia a la flexión y el coeficiente de imbibición. No existiendo en este momento ensayos normalizados que cuantifique la potencialidad de alteración de las rocas frente a diferentes microambientes, planteándose en este trabajo un método petrológico que permite cuantificar dicha propiedad.

Los términos mármol y travertino son usados para rocas cuyo componente principal es el carbonato de calcio y/o magnesio en diversas proporciones y que han sufrido un proceso de recristalización en mayor o menor proporción. Las rocas originales son calizas, que pueden tener diferentes grados de marmorización, lo que le confiere características físico-químicas diferentes, afectando así la calidad de ellas(1).

El método propuesto cuantifica la potencialidad de alteración de las rocas de aplicación frente a diferentes microambientes a que serán sometidos las superficies rocosa. Las causales de alteración (pérdida de pulido, porosidad secundaria, manchado) de las rocas de aplicación en paredes exteriores son primordialmente debido a la contaminación ambiental (2). Esta genera compuestos que se adhieren a las superficies rocosas y luego se disuelven en la humedad ambiente variando los valores de microambiente hasta pH4 (3), lo que produce la alteración de los minerales formadores de las rocas. En recubrimientos aplicados en pisos los efectos destructivos son debidos al impacto puntual por alto transito y la alteración producida por limpiadores alcalinos que generan un microambiente de pH8 medio. Esta alteración in situ posterior a su aplicación genera procesos en cadena, ya que su efecto sobre la superficie rocosa es directamente proporcional a la microporosidad. Los revestimientos interiores debido a la presencia de anhídrido carbónico y otros gases alcanzan un microambiente de pH6. La porosidad primaria se verá incrementada en forma directamente proporcional a las microfracturas que presenten las rocas (4).

MÉTODOS

Las características internas que tiene mayor influencia en una acelerada alteración de las placas de mármol son: % volumétrico de las especies minerales, tamaño de grano, tipos de borde de granos, microfracturas de intragrano y discontinuidades (clivajes, maclas alteración). Todos estos datos son cuantificados a partir de un estudio detallado en cortes delgados de dichas rocas (tabla 1). Para categorizar la velocidad de alteración de las especies minerales otorgamos valores directamente proporcionales a la alterabilidad de cada especie mineral, discriminada según los pH de los microambientes más comunes a los que serán sometidas las rocas de aplicación (tabla 2).

Letra	Parámetro Químico	Índice Numérico		
		1	2	3
a	%Mineral	-20	20 a 50	+50
b	Tamaño de Grano	+200 μ	200 μ a 100 μ	-100 μ
c	Borde de Grano	Sutura	Nitido	Alterado
d	%Microfracturas	-20	20 a 50	+50
e	%Discontinuidades	-20	20 a 50	+50

En dicha tabla solo se han expuesto los valores de alteración de los minerales presentes en las rocas. Estos valores han sido obtenidos a partir de metodologías empíricas al someter fragmentos de igual diámetro de muestras monominerales a diferentes microambientes (5). Luego de descriptos y evaluados estos parámetro de alteración mineral se procede a aplicar los cálculos estadísticos (6).

(VA)_{pHx} = velocidad de alteración de cada especie mineral sometido a microambientes determinados (tabla 2).

NpHx = (a+b+c+d+e)x(VA)_{pHx} que es el índice de alterabilidad potencial de los minerales sometidos a microambientes determinados (tabla 1).

IAP_{pHx} = \sum NpHx, que es el índice de alterabilidad potencial de las rocas sometidas a microambientes determinados.

MINERAL	pH4	pH6	pH8
vidrio volcánico	4	1	3
Carbonato de magnesio	3	1	2
Carbonato de calcio	4	1	3
Olivino	3	1	2
Serpentina	4	2	3
Cuarzo	1	1	1
(carbonato indica todos los polimorfos)			
(1 corresponde a no alterable y 4 a muy alterable)			

MATERIAL ESTUDIADO Y RESULTADO

El método se aplica a los mármoles y travertinos ornamentales de más uso en Chile como son: Madera Cedolin, Mármol Bronceto Nacional, Mármol Verde Alpi, Mármol Crema Marfil, Mármol Verona, Travertino Cedolin, Travertino Selco, Travertino Granicuatro. En la tabla 3 está indicado la procedencia y un resumen de su estudio microscópico. En la tabla 4 están expuestos los valores de

alterabilidad potencial obtenidos a partir de la aplicación del método propuesto, según la aptitud decreciente de uso de los mismos. Diversos mármoles y travertinos estudiados muestran dos generaciones de carbonatos, diferenciados por el tamaño de grano y el tipo de borde, en las descripciones petrográficas los hemos diferenciados según calcita criptocristalina a los agregados que presentan un diámetro de grano de menos de 50 μ y como calcita recristalizada a los agregados cuyo tamaño de grano es mayor de 50 μ y con bordes en sutura.

TABLA 3 : CARACTERISTICAS PETROGRAFICAS DE MARMOLES Y TRAVERTINOS

MATERIAL ESTUDIADO	PROCEDENCIA	MINERALOGÍA	MACRO POROS	TEXTURA
BLANCO CARRARA	Carrara Italia	100% Calcita		Granoblástica Equigranular
VERONA	Venecia Italia	95,8% Calcita	4,2%	Criptocristalina Xenomórfica Orgánica
BRONCETTO NACIONAL	Vallenar Chile	75,6% Aragonita	24,4%	Criptocristalina Xenomórfica
TRAVERTINO GRANICUATRO	Italia	75,6% Aragonita	22%	Criptocristalina Xenomórfica
BOTTICCINO	Lombardia Italia	90,6% Calcita criptocristalina 9,4% Calcita recristalizada		Criptocristalina Xenomórfica Oolítica
CREMA MARFIL	Italia	77% Calcita criptocristalina 15% Calcita recristalizada	8 %	Criptocristalina Xenomórfica Orgánica
TRAVERTINO CEDOLIN	Calama Chile	64% Calcita criptocristalina 15% Calcita recristalizada	21%	Criptocristalina Xenomórfica
VERDE ALPI	Italia	89% Antigorita 8,5% Dolomita 2,5% Opacos		Holocristalina Fibrosa Granular Xenomórfica
TRAVERTINO SELCO	Calama Chile	52% Calcita criptocristalina 20% Calcita recristalizada	28%	Criptocristalina Xenomórfica Orgánica
MADERA CEDOLIN	Vallenar Chile	63% Vidrio volcánico 22% Olivino 15% Cuarzo		Hipocristalina Eutáxica (bandedado fluidal) Xenomórfica (lititos)

DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

Si bien los mármoles se consideran aptos para todo tipo de uso, a la hora de decidir su aplicabilidad se debe tener en cuenta los mejores valores dentro de un rango de muestras posibles. Esta categorización se realiza por comparación con otras rocas similares, como mármoles, calizas y rocas afines, pudiendo tomar como valor ideal al mármol "Blanco de Carrara".

Así en los mármoles y travertinos analizados se distinguieron tres grupos según sus aptitudes (tabla 5). Como se aprecia en esta tabla todos los mármoles son

Llamativamente los mármoles son más resistentes en revestimientos exteriores que en pisos. Esto se debe a que el ambiente generado por los polución es ácido, microambiente en el cual se alteran con más rapidez los carbonatos. En la antigüedad los mármoles expuestos a la intemperie resistieron hasta 5000 años sin alterarse (7), pero en condiciones generadas por las grandes ciudades este aspecto se invirtió.

más resistentes al deterioro en revestimiento internos.

TABLA 4 ÍNDICE DE ALTERABILIDAD POTENCIAL DE MÁRMOLES Y TRAVERTINOS								
MINERALES	CATEGORIZACIÓN QUÍMICA					N _{pHx}		
	a	b	c	d	e	N _{pH4}	N _{pH6}	N _{pH8}
BLANCO DE CARRARA								
Calcita	3	2	1	1	1	32	8	24
IAP _{pHx}						32	8	24
MÁRMOL VERONA								
Calcita	3	3	2	2	1	44	11	33
IAP _{pHx}						44	11	33
BRONCETO NACIONAL								
Aragonita	3	3	2	2	2	48	12	36
IAP _{pHx}						48	12	36
TRAVERTINO GRANICUATRO								
Aragonita	3	3	2	3	2	52	13	39
IAP _{pHx}						52	13	39
MÁRMOL BOTTICCINO								
Calcita criptocristalina	3	3	2	1	1	40	10	30
Calcita recristalizada	1	2	2	1	1	28	7	21
IAP _{pHx}						68	17	51
CREMA MARFIL								
Calcita criptocristalina	3	3	2	2	1	44	11	33
Calcita recristalizada	1	2	2	1	1	28	7	21
IAP _{pHx}						72	18	54
TRAVERTINO CEDOLIN								
Calcita criptocristalina	3	3	2	2	2	48	12	36
Calcita recristalizada	1	2	1	1	2	28	7	21
IAP _{pHx}						76	19	57
VERDE ALPI								
Antigorita	3	3	2	2	2	48	24	36
Dolomita	1	2	1	1	2	28	7	21
IAP _{pHx}						76	31	57
TRAVERTINO SELCO								
Calcita criptocristalina	3	3	2	2	2	48	12	36
Calcita recristalizada	2	2	1	1	1	36	9	27
IAP _{pHx}						84	21	63
MADERA CEDOLIN								
Olivino	2	3	3	2	2	36	12	24
Cuarzo	1	3	2	1	1	8	8	8
Vidrio volcánico	3	3	1	2	2	44	11	33
IAP _{pHx}						88	31	65

Podemos apreciar un grupo de mármoles con aptitud A se caracterizan por presentar muestras monominerales y monotexturales, con baja porcentaje de fracturas y discontinuidades. El grupo de mármoles con aptitud B se diferencia del anterior por presentar dos tipos de texturas minerales, lo que le provoca

una mayor vulnerabilidad de alteración ya que los granos minerales de menor diámetro exponen mayor superficie de alteración a los diferentes agentes. La muestra 9 si bien es mineralógicamente igual a la 5, 6 y 7 , denota mayor alterabilidad potencial debido a que presenta texturas menos homogéneas que las anteriores. Las muestras 8 y 10 presentan mayor variación mineral que las muestras anteriores, agregado a ello presentan minerales ferromagnesianos que muestran menor resistencia a la alteración.

TABLA 5 : CARTEGORIZACIÓN DE APTITUD DE MÁRMOLES Y TRAVERTINOS				
MUESTR A		IAP _{p;x}		
		PISOS	REVESTIMIENTOS	
APTITUD A			INTERNOS	EXTERNOS
1	BLANCO DE CARRARA	32	8	24
2	MÁRMOL VERONA	44	11	33
3	BRONCETO NACIONAL	48	12	36
4	TRAVERTINO GRANICUATRO	52	13	39
APTITUD B				
5	MÁRMOL BOTTICCINO	68	17	51
6	CREMA MARFIL	72	18	54
7	TRAVERTINO CEDOLIN	76	19	57
APTITUD C				
8	VERDE ALPI	76	31	57
9	TRAVERTINO SELCO	84	21	63
10	MADERA CEDOLIN	88	31	65

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) DE MAIO, M. y DOMINGUEZ, M.,1993.-"DETERIORATION AND CONSERVATION OF THE NATIONAL CONGRESS BUILDING STONE, ARGENTINA". Intern. Cong. of Conservation of stone, tomo 1 184:191. UNESCO. Paris.
- (2)ATTEWELL,P. and TAYLOR, D.,1988.- "TIME-DEPENDENT ATHMOSPHERIC DEGRADATION OF BUILDING STONE IN A POLLUTING ENVIROMENT". Engineering Geology of Ancient Works, tomo II 739:753. ROTTERDAM.
- (3)COMBINA, M., 1994.- "CARACTERIZACIÓN DE LA ALTERACIÓN Y DETERIORO POTENCIAL EN LAS ROCAS GRANÍTICAS ORNAMENTALES MAS UTILIZADAS EN EL PAÍS". Tesina de grado, Dpto. de Geología, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- (4)KARLSSON, A., R. AYALA, R. CASTAGNO,1995.- "ALTERACIÓN POTENCIAL EN ROCAS GRANÍTICAS ORNAMENTALES". Actas del 1° Encontro do Cono Sul, Porto Alegre. Braz.
- (5)KOKMOTOS, A.,1995.- "EVALUACIÓN DE LA ALTERACIÓN MINERAL" . Tesina de grado, Dpto. de Geología, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- (6)KARLSSON , A. y R. AYALA, 1996.- "MÉTODO DE CATEGORIZACIÓN DE LA ALTERACIÓN MINERAL" Actas XIII Simposio ASAGAI.
- (7)DÁGOSTINO, B., 1980.- "GRANDES CIVILIZACIONES". Mas-Ivars Editores , Milan , Italia.