

APROVECHAMIENTO PEDAGOGICO DE LAS ROCAS ORNAMENTALES DE

LAS ESTACIONES DE METRO DE MADRID

Enrique Díaz Martínez.- Departamento de Estratigrafía. Facultad de Ciencias Geológicas. UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID.

Begoña García Pardo.- Departamento de Geodinámica. Facultad de Ciencias Geológicas. UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID.

RESUMEN

En este trabajo se analizan las posibilidades de aprovechamiento pedagógico de las rocas ornamentales presentes en las estaciones del servicio metropolitano subterráneo ("Metro") de Madrid, como un nuevo recurso para la enseñanza de la Geología, y con la posibilidad de utilización alternativa como un peculiar "museo", muestrario de las rocas de España. Así mismo, se realiza un intento de sistematización de los diferentes tipos de itinerarios geológicos que se pueden realizar y sus posibilidades educativas.

Un aprovechamiento eficaz de este recurso didáctico proporciona una nueva herramienta al profesor de ciencias o de geología, además de permitir una concepción distinta del servicio de transporte.

ABSTRACT

Previous papers presented to these simposia on the teaching of geology have demonstrated the wide variety of uses and advantages that ornamental rocks on urban structures can have as educational resources. In this work, we analyze the possibilities of the underground transport system of Madrid as a new resource for the teaching of geology with a potential alternative use as a peculiar geology museum. We try a systematic approach to the different kinds of urban geology trips and their possibilities.

An effective development of this educational resource gives a new tool to the science and geology teachers, as well as a new conception of the underground transport system of Madrid.

INTRODUCCION

Parece que ya es asidua, en los diversos Simposios de Enseñanza de la Geología que se han venido realizando hasta hoy, la presencia de comunicaciones sobre aprovechamiento de las rocas urbanas (ornamentales y no ornamentales) que, de forma casi generalizada, se pueden encontrar en cualquier ciudad.

En contraposición a la utilización de estas rocas que aparecen formando parte de las estructuras urbanas "subaéreas", planteamos en esta comunicación la utilización de las rocas ornamentales "subterráneas", y que se encuentran en las distintas estaciones de la Red Metropolitana de Madrid.

Para ello, y en primer lugar, analizaremos el marco teórico que encuadra la realización de los itinerarios urbanos, así como sus características principales. Sigue una exposición de algunas de las ventajas e inconvenientes que conlleva la utilización de este recurso didáctico, para terminar

con el desarrollo de algunas de sus posibilidades.

MARCO TEORICO

Pensando en una mejor comprensión y sistematización de los conceptos, hemos creído conveniente la elaboración previa de un marco teórico-conceptual que facilite la captación de las ideas expuestas en el trabajo.

- Itinerario geológico urbano (o simplemente itinerario): hace referencia, en esta comunicación, al recorrido que se realiza dentro de una ciudad o núcleo urbano con el objetivo de observar las rocas utilizadas en las construcción y/u ornamentación de las diferentes estructuras urbanas.

- Estructuras urbanas: cualquier tipo de construcción presente en la ciudad

y susceptibles de presentar rocas ornamentales o no ornamentales, a saber: fachadas, bancos (asientos), escalinatas, sillería, monumentos, barandillas, columnas, adoquinado, techados, etc.

- Rocas ornamentales: aquéllas que presentan un pulido, siendo las rocas no ornamentales aquéllas que no lo presentan, independientemente del tipo de estructura en que aparezcan.

- Granitos y mármoles: siguiendo el uso tradicional de la industria marmolera, denominaremos granitos a las rocas ígneas (en especial, granitoides, gabros y pegmatitas), y mármoles a las rocas sedimentarias y metamórficas (en especial, mármoles s.s. y calizas), siendo conscientes de la imprecisión que ello implica, pero también de lo extendido de los términos y de la simplificación que permiten.

- Tipo litológico (o petrográfico): conjunto de rocas que presentan unos mismos componentes, texturas y estructuras y que, por tanto, reflejan la actuación de unos mismos procesos geológicos. Preferimos no utilizar el término facies por considerar que este hace referencia a un concepto similar, pero no igual, y que no puede ser definido por la simple observación de una superficie pulida.

- Componentes: elementos singulares, cristales, granos y fósiles, que componen la roca, a conciencia de que estos dos últimos puedan estar compuestos, a su vez, de distintos componentes minerales.

- Textura: propiedades geométricas que reflejan los componentes considerados individualmente o en relación unos con otros. Incluimos aquí forma y tamaño de grano, porosidad, selección, etc.

- Estructura: propiedades que resultan de la diferente disposición, ordenación y agrupación de los componentes. Equivale a fábrica, e incluye laminación, foliación, diques, enclaves, venas, geodas, estilolitos, nódulos, fracturas, discontinuidades, relleños, etc.

Reconocemos que la utilización de estos dos términos, textura y estructura, es en algunos casos difícil de discernir, por la unión que existe entre geometría y ordenación.

- Elementos: con este término agrupamos las tres categorías de elementos composicionales, texturales y estructurales.

METODOLOGIA

Nos parece muy válido el intento de sistematización propuesto por BACH et al. (1986) para los diferentes tipos de itinerarios urbanos, basado en el diferente

grado de elaboración y de complejidad, y que a continuación desarrollamos y adaptamos a nuestro caso:

A.- Grado de elaboración/laboriosidad: hace referencia a la cantidad de información disponible sobre lo que se va a ir viendo, previamente a la realización del itinerario, así como a la intensidad del trabajo a realizar por los alumnos en cada parada o punto de observación. Según esto tendremos, en grado de elaboración/laboriosidad creciente:

1.- Itinerarios con guía/profesor:

- Itinerario comentado: no requiere ninguna información previa para el alumno (únicamente los conocimientos básicos de geología y, en especial, de petrología), ni trabajo sobre la superficie de la roca. El profesor es el que explica todos los elementos y procesos observables, y resuelve las dudas que vayan surgiendo, planteando cuestiones y enseñando la metodología del trabajo de reconocimiento.

- Itinerario de reconocimiento: el alumno identificará los elementos, ayudado por el profesor, que le orienta en la interpretación de los procesos y en la clasificación de la roca.

2.- Itinerarios sin guía/profesor (o con mínima participación de éste):

- Itinerario con guión escrito: el alumno a solas, o en pequeños grupos, irá siguiendo un guión que le indica dónde debe ir y que debe observar, realizando anotaciones y esquemas, y contestando cuestiones que se le plantean. Obviamente, el profesor debe realizar un itinerario previo para la elaboración del guión, pudiendo ir acompañado de una recopilación de información o clase preparatoria.

- Itinerario propio o abierto: los alumnos, individualmente o en pequeños grupos, realizarán su propio itinerario, con las observaciones que sean pertinentes, y consultando previamente y/o a posteriori toda la información que crean conveniente. Requiere un nivel de conocimientos suficientes y preparación previa.

B.- Grado de complejidad: hace referencia a la complejidad temática del itinerario y, por tanto, a la cantidad de conceptos teóricos que deben ser aplicados. Admite varias acepciones:

1.- Variedad temática: el itinerario puede centrarse en un solo componente, textura o estructura (por ejemplo, formas de cristalización de la calcita o tipos de fósiles del Jurásico), o en conceptos generales (por ejemplo, diferencias entre mármoles y granitos o entre rocas naturales y artificiales).

También se puede hacer más interdisciplinar, aplicando conceptos tales como tipos de procesos físicos y químicos, asociaciones de fauna y posibles cadenas tróficas, posibilidades de la roca para otros usos, etc.

2.- Grado de dificultad: en función de las aptitudes y conocimientos de los alumnos. Un mismo itinerario puede ser desarrollado en mayor o menor grado según las características del grupo que lo realice.

3.- Nivel de interpretación: de igual forma que el punto anterior, el itinerario puede quedar restringido a la identificación de elementos y clasificación del tipo litológico o pasar a una interpretación de los procesos que se observan (ver FIGURA 1). En un nivel de interpretación mayor se puede llegar a deducir, de forma lógica y aproximada, el ambiente en que se formó la roca.

Teniendo en cuenta las múltiples posibilidades de itinerarios que se pueden

obtener con los diferentes grados de elaboración y complejidad, cada profesor podrá ajustarse a una metodología distinta en función del tiempo disponible, programa y objetivos de la asignatura, y características del grupo de que se trate: edad, nivel de conocimiento y aptitudes, número de alumnos, motivación, etc.

ITINERARIOS GEOLOGICOS "SUBTERRANEOS"

La Red Metropolitana de Madrid la forman diez líneas de ferrocarril suburbano, con un total de 118 estaciones. En gran parte de ellas es frecuente la utilización de rocas ornamentales para el recubrimiento de paredes, esquinazos, suelos y pasamanos de los vestíbulos, pasillos y andenes de las estaciones. Este hecho ha tenido lugar especialmente en los últimos decenios, con la construcción de nuevas líneas (6,7,8 y 9). Debido a esto, la mayor parte de las líneas antiguas (1,2,3,4,5 y 10) no presentan estas rocas ornamentales, a no ser que se trate de estaciones a las que se hayan añadido nuevos tramos (como por ejemplo, en la línea 4), o que hayan sufrido restauraciones posteriores.

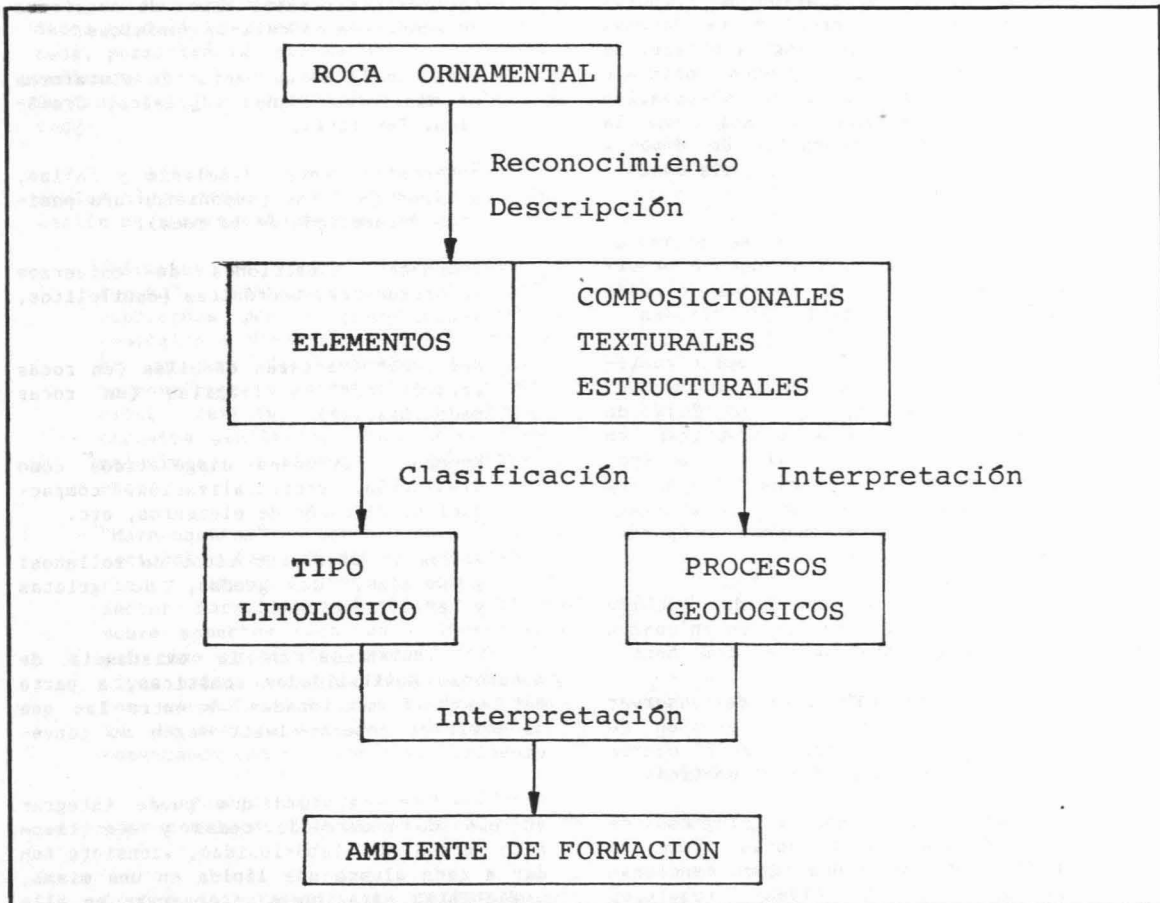


FIGURA 1.- Esquema secuencial de la metodología de estudio de las rocas ornamentales.

Este es el caso de las remodelaciones que se han llevado a cabo en los últimos años en muchas estaciones, y entre las que destaca la estación de Sol por la abundante presencia de granitos como rocas ornamentales, escasamente representados en el resto de las estaciones.

La potencialidad de estos materiales como recurso didáctico para la enseñanza de geología es bastante considerable. A parte de las ventajas generales que presenta el uso didáctico de itinerarios geológicos urbanos, y que ya han sido mencionadas por otros autores, la utilización de este nuevo recurso presenta una serie de características positivas intrínsecas:

- Amplio muestrario de los diferentes tipos petrológicos utilizados en rocas ornamentales y, por tanto, gran variedad de elementos y procesos observables.
- Fácil acceso a los puntos de observación, por la característica de situarse precisamente dentro de la propia estructura del medio de transporte y prácticamente de "puerta a puerta".
- Posibilidad de realización de itinerarios de gran recorrido (hasta decenas de kilómetros) y sin ninguna dificultad (únicamente la que pueden plantear los trasbordos), para la observación de elementos singulares, así como la realización de itinerarios de diversa complejidad según la metodología descrita anteriormente.
- En casi todos los casos se trata de secciones pulidas, por lo que la observación de elementos y procesos se puede realizar con una considerable nitidez.
- La visita a este "museo geológico subterráneo" permite una nueva imagen del servicio de transporte que deja de ser un "medio" para convertirse en un fin y objetivo cultural y didáctico, permitiendo una utilización alternativa para el público interesado, en general, y los centros de enseñanza, en particular.

A pesar de lo mencionado, también existen una serie de inconvenientes en cuanto a la utilización de este recurso, como son:

- La práctica imposibilidad de observar procesos de alteración y erosión de la superficie de la roca, como sí ocurre con las rocas de exposición subaérea.
- La ausencia de tipos litológicos de características poco aptas para la cortado y pulido y que, como mencionan CARRILLO y GILBERT (1986), requieren una ampliación del campo de observación a rocas no ornamentales presentes en otras estructuras urbanas como adoquinos, sillería, etc.

- Exceso de ruido.
- Posibilidad de entorpecer el tránsito de los usuarios, especialmente en estaciones muy concurridas y en horas punta.
- Cierta peligrosidad en el caso de grupos numerosos con edades tempranas.
- Posibilidad de que ciertas personas sientan claustrofobia.

A continuación mostramos algún ejemplo de actividades de diferente complejidad que pueden realizarse como itinerarios en el Metro. En el caso de que sea posible la realización de varios itinerarios con un mismo grupo, será conveniente una progresiva complejidad y laboriosidad.

- Distinguir rocas artificiales y naturales.
- Reconocer distintos tipos de granitos.
- Identificar fósiles, a nivel de clase u orden.
- Reconocer distintos tipos de secciones de Ammonites en calizas jurásicas.
- Analizar la fauna marina de plataforma de distintas edades (Jurásico, Cretácico, Terciario,...).
- diferenciar entre diaclasas y fallas, y tipos de éstas (suponiendo una posición determinada de la roca).
- Reconocer direcciones de esfuerzos en estructuras tectónicas (estilolitos, venas, etc.).
- Reconocer fracturas dúctiles (en rocas metamórficas) y frágiles (en rocas sedimentarias).
- Reconocer procesos diagenéticos como disolución, recristalización, compactación, difusión de elementos, etc.
- Reconocer distintos tipos de rellenos: geopetales, de geodas, de grietas y karstificaciones.

Insistimos en la existencia de numerosas posibilidades temáticas, a parte de las aquí mencionadas, y entre las que el profesor deberá elegir según su conveniencia.

Una actividad que puede integrar un elevado número de temas y que tiene alto grado de laboriosidad, consiste en dar a cada alumno una lápida en una misma, o distintas estaciones, y observar en ella todos los elementos y procesos vitales. Esta actividad se recomienda simultáneamente con la explicación teórica en clase.

Para colaborar al aprovechamiento eficaz del recurso estamos realizando una base de datos con toda la información concerniente a cada tipo litológico, a saber:

- nombre comercial y petrológico,
- color,
- componentes,
- texturas,
- estructuras,
- procesos geológicos observables,
- procedencia (lugar geográfico y contexto geológico),
- otros lugares dónde aparecen,
- edad,
- ambiente de formación,
- estaciones de Metro en las que se puede observar.

La elaboración de esta base de datos es difícil y laboriosa. Una vez completada, permitirá la realización de itinerarios temáticos por parte de cada profesor, en función de las necesidades concretas que tenga.

Algunas publicaciones que pueden ayudar al profesor o al alumno en su recopilación de información previa, son:

- "Mármoles de España" y "Granitos de España": ficheros muy interesantes publicados por el I.G.M.E. (Instituto Geológico y Minero de España). En ellos se aportan datos sobre descripción macroscópica y microscópica (composición, textura, etc.), procedencia, encuadre geológico, propiedades físico-mecánicas, utilizaciones recomendadas, etc.
- "Marmomachine" en español: revista internacional sobre los materiales, maquinaria y aspectos socio-económicos del sector marmolista. Contiene artículos sobre aspectos técnicos y comerciales, así como reportajes monográficos sobre tipos particulares de mármoles y granitos españoles. A partir del número 13, la revista se llama "Roc-Máquina", comenzando con el número 1.

La realización de estos itinerarios se pueden completar con una serie de visitas a:

- Cortes naturales: el reconocimiento directo de una roca con todas sus características (fractura fresca, geometría del cuerpo, relaciones estratigráficas y estructurales con otras litologías,

etc.) nunca podrá ser sustituido.

- Canteras: frecuentes en los entornos de Madrid, permiten aumentar la interdisciplinariedad de los itinerarios.
- Marmolistas: pueden visitarse centro de Madrid ciudad (por ejemplo, en la zona de los barrios de La Elipa y Quintana, en las proximidades del cementerio de la Almudena) y permitir, como en el caso anterior, una mayor amplitud de la temática de los itinerarios,
- Cementerios: guardando el debido respeto en las visitas, permite también la observación de una amplia variedad de tipos litológicos, así como observar procesos de meteorización diferencial en función de la composición, orientación, tiempo de exposición y otros factores.
- Museos geológicos: en Madrid, aparte de la Sección de Geología del Museo de Ciencias Naturales, se pueden encontrar otras colecciones como la del Instituto Geológico y Minero de España, la Escuela de Minas o la Facultad de Ciencias Geológicas.
- Otras estructuras urbanas.

A continuación exponemos dos ejemplos de itinerarios geológicos. Uno en la línea 9, entre las estaciones de Herrera Oria y Avenida de América, en la zona norte de Madrid, y el otro en la línea 6, entre las estaciones de Pacífico y Laguna, en la zona sur de Madrid.

En la TABLA 1 se especifican los tipos litológicos presentes en los andenes de cada línea, con una numeración que hace referencia a la TABLA 2, donde se enumeran las características principales y más fácilmente observables, agrupadas así:

- A.- Fósiles y estructuras biogénicas.
- B.- Estructuras tectónicas.
- C.- Otras estructuras y procesos observables.

La clave de estaciones en las que puede observarse cada litotipo hace referencia a la TABLA 1.

BIBLIOGRAFIA

- * ANGUITA, F. et al. (1983). "Un itinerario geológico urbano en las inmediaciones del Museo Nacional de Ciencias Naturales (Madrid)", Simposio Nac. Enseñanza de la Geología, pp. 165-173. Gijón.
- * BACH, J. et al. (1986). "Pautas para

LINEA 6			LINEA 9		
Clave	Estación	Tipo	Clave	Estación	Tipo
6.1	Pacífico	9	9.1	Herrera Oria	2
6.2	Méndez Alvaro	5 y 2	9.2	Barrio del Pilar	8
6.3	Legazpi	3 y 5	9.3	Ventilla	3
6.4	Usera	5 y 9	9.4	Plaza de Castilla	9 y 8
6.5	Plaza Elíptica	6 y 5	9.5	Duque de Pastrana	1 y 2
6.6	Opañel	5 y 8	9.6	Pío XII	5 y 8
6.7	Oporto	9	9.7	Colombia	9 y 8
6.8	Carpetana	7	9.8	Concha Espina	6 y 2
6.9	Laguna	9 y 5	9.9	Cruz del Rayo	3 y 8
			9.10	Avenida de America	4

TABLA I.- Relación de paradas de cada itinerario con los tipos litológicos a observar en cada una .

la realización de itinerarios urbanos". IV Simposio sobre Enseñanza de la Geología, pp. 263-273. Vitoria.

* CARRILLO VIGIL y GILBERT AGUILAR, J. - - (1986). "Actividades docentes sobre fachadas". IV Simposio sobre Enseñanza de la Geología, pp. 57-65. Vitoria.

* GARCIA RUZ, J.L. (1984). "La ciudad como re curso didáctico". I Congreso Español de Geología, tomo IV, pp. 505-525. Segovia.

* INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA (I.G.M.E.) (1985). "Mármoles españoles". - I.G.M.E. Ministerio de Industria y Energía.

* INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA (I.G.M.E.). "Granitos de España". I.G.M.E. Ministerio de Industria y Energía.

* PASCUAL CUEVAS, A. Y ELORZA, J. (1984). "La petrografía en el casco urbano de Durango (SE. Bilbao): tipos, procedencia y sistema de explotación". III Simposio sobre Enseñanza de la Geología, pp. 128-139. Barcelona.

Nº	Nombre genérico	A	B	C	Estaciones
1	Mármol	Nada	Venas y fracturas	Sulfuros metálicos, anillos de Liesegang	9.5
2	Serpentina	Nada	Venas y fracturas, cizalla dúctil	Inosilicatos orientados	9.1,5,8 6.2
3	Dolomías	Nada	Venas y fracturas, brechas	Geodas, porosidad de fractura	9.3,9 6.3
4	Dolomías brechificadas	Laminaciones algares (algas cianofíceas)	Fracturas, brechas	Porosidad fenestral y de fractura	9.10
5	Caliza del Jurásico	Cefalópodos (ammonites y belemnites), bivalvos, crinoideos, braquiópodos, gasterópodos	Venas y fracturas, estilolitos, brechas	Rellenos geopetales, porosidad en fracturas, geodas y estilolitos, laminaciones, estromatactics	9.6 6.2,3,4 6.5,6,9
6	Caliza del Jurásico (crinoidita)	Crinoideos, bivalvos, ammonoideos, braquiópodos	Venas y fracturas, estilolitos	Laminación	9.8 6.5
7	Caliza arrecifal	Corales, bivalvos, braquiópodos, briozoos coloniales	Venas y fracturas, estilolitos	Rellenos geopetales, geodas	6.8
8	Caliza del Cretácico	Bivalvos, corales, foraminíferos (orbitolinas), briozoos	Venas y fracturas, estilolitos	Sulfuros metálicos, rellenos geopetales	9.2,4,6 9.7,9 6.6
9	Caliza del Paleógeno	Algas rodofíceas (en rodolitos), bivalvos, foraminíferos (nummulites), erizos	Venas y fracturas, estilolitos, brechas	Porosidad en fracturas y estilolitos, geodas, rellenos geopetales	9.4,7 6.1,4,7,9

TABLA II.- Principales características observables en los itinerarios de la Tabla I. Explicación del gráfico en el texto.