

geología 24

Granada

GUÍA EXTENDIDA

Domingo 12 de mayo 2024

Granada

EXCURSIÓN GRATUITA

PUNTO DE ENCUENTRO: PLAZA BIB-RAMBLA, DE 10 A 11.30 (última salida)

**Autoría: Cambeses Torres, A.; Lázaro Calisalvo, C.; Morales Ruano, S.
y Ruiz Agudo, E. (coord.)^(*)**

(*) Esta guía es una actualización de la guía elaborada para el Geología 2012, cuyos autores y contenidos se pueden consultar en <https://www.ugr.es/~agcasco/geolodiagramada2012/index.htm>

PARADA 1» Plaza del Campillo

Larvikita gris (Edificio Cervantes)

Roca ornamental proveniente de Noruega, conocida comercialmente como **Labrador Blue Pearl**, de grano grueso de color gris azulado a azul plateado (Figuras 1A y 1B). Su nombre petrográfico es **sienita** (variedad **larvikita**); se trata de una roca muy rica en un tipo de **feldespato alcalino** denominado **anortoclasa** con una proporción de sodio mayor que potasio; además puede presentar cantidades menores de **plagioclasa**. La variedad **larvikita** (derivado de Larvik, ciudad situada cerca de Oslo) se caracteriza por presentar minerales oscuros de **augita** (silicato de hierro, magnesio y calcio). Las sienitas también son **rocas ígneas plutónicas**. Como rasgo más llamativo cabe destacar las variaciones de color de la anortoclasa al cambiar el ángulo de observación, fenómeno conocido como **iridiscencia**. Son rocas antiguas formadas hace 300 Ma en el tránsito entre el **Carbonífero** y el **Pérmico**.

Calizas y mármol

La fuente central (Figura 1C) está construida utilizando **calizas de Sierra Elvira** de edad Jurásico Inferior (aprox. 185 Ma) y **calizas nodulosas de facies ammonítico rosso** de edad Jurásico Superior (aprox. 150 Ma) en la parte baja (Figuras 1E y 1F), y **mármol de Macael** (Almería) en la parte superior (Figura 1D). Las calizas son rocas sedimentarias constituidas mayoritariamente por **calcita** (carbonato de calcio), mientras que el **mármol** es una roca de origen metamórfico que se forma a partir de la transformación de rocas calizas. La fachada de Caixa Bank y la solería también presenta calizas de Sierra Elvira donde se observan superficies de disolución (**superficies estilolíticas**) y restos de **crinoides** (también conocidos como lirios de mar, son equinodermos relacionados con estrellas de mar y erizos de mar). La solería también presenta **calizas pelágicas de facies rojo Alicante** (extraídas de la Sierra del Reclot, en la provincia de Alicante) de edad correspondiente al tránsito del Jurásico Inferior al Medio (aprox. 180 Ma). Para más información sobre este tipo de materiales, ver detalles sobre las paradas 2, 3 y 6.

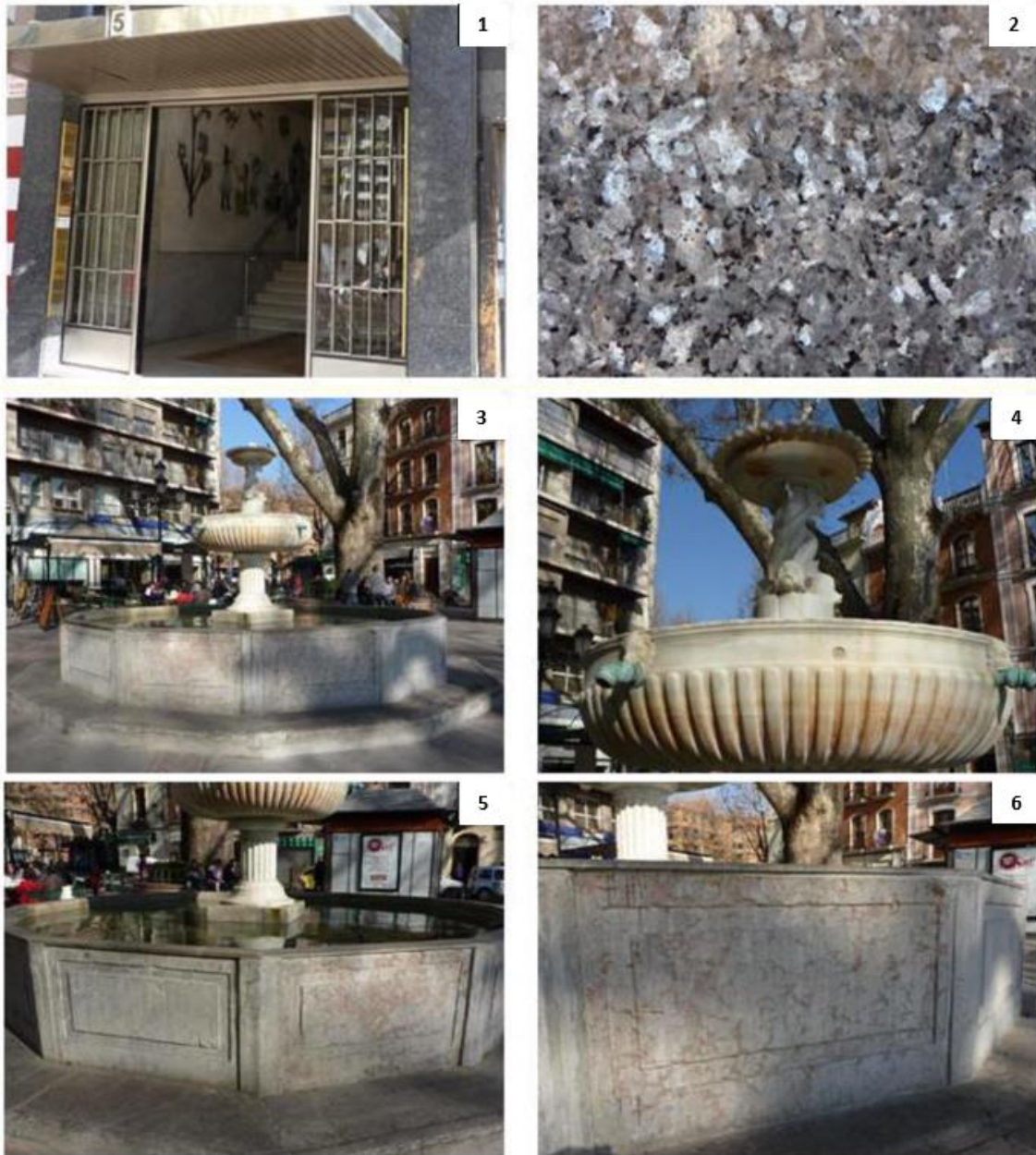


Figura 1. A) Fachada del Edificio Cervantes. B) Detalle de la fachada anterior en el que se observa una larvikita gris (edad: Carbonífero-Pérmico (300 Ma); procedencia: Noruega). C) Fuente central de la Plaza del Campillo. D) Parte superior de la fuente, elaborada con mármol de Macael. E) Parte inferior de la fuente, en la que se observan dos tipos de calizas: caliza de Sierra Elvira (edad: Lías-Carixiense -185 Ma) y caliza nodulosa. F) Detalle de la caliza nodulosa.

PARADA 2» Teatro Isabel La Católica

En la calle Salón del Teatro Isabel la Católica, que une las calles de Ángel Ganivet y Acera del Darro, es posible observar, en la fachada del Banco Santander, un excelente ejemplo de la utilización de granitos con fines ornamentales (Fig. 2A). Pero además este punto ofrece una oportunidad única en la ciudad para explicar la formación de una cámara magmática y los procesos que tienen lugar hasta la formación del granito que se utiliza en el revestimiento de la fachada (Fig. 2B).

Para comprender como se genera esta cámara magmática es necesario hacer algunas indicaciones de cuáles son los procesos que dan lugar a los magmas, generados por la tectónica de placas. En términos generales, la parte más superficial de la Tierra, conocida como Corteza, está fragmentada en placas las cuales 'flotan' sobre el Manto terrestre (Fig. 2A). Este proceso hace que las placas interactúen entre sí generando los que conoce como límites de placas que pueden ser divergentes, convergentes o transformantes (Fig. 2B).

En estos límites de placas es donde se concentra la actividad sísmica, volcánica y tectónica. Esta actividad en los bordes de las placas provoca variaciones en las condiciones físicoquímicas de las rocas, especialmente la presión y temperatura, llegando incluso a provocar su fusión generando un fundido silicatado conocido como magma. Por ejemplo, se generan magmas en límites convergentes cuando una placa tectónica se hunde debajo de otra generando lo que se conoce como una zona de subducción (Fig. 2C), y provocando la fusión de material profundo. Esta fusión genera magmas que ascienden y se emplazan en zonas profundas de la corteza, generando una cámara magmática, pudiendo llegar hasta la superficie de la Tierra generando volcanes (Fig. 2D).

Cuando el magma comienza a perder temperatura comienzan los procesos de cristalización que dan lugar a los minerales que componen una roca ígnea, como por ejemplo el cuarzo (SiO_2), feldespato (KAlSi_3O_8) y las micas ($\text{K}(\text{MgFe})_3(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{F},\text{OH})_2$) típicos de granitos, como el que se observa en este punto (Fig. 2C).

En el proceso de cristalización del magma se van generando minerales que son más densos que el líquido residual y van acumulándose en la zona inferior de la cámara magmática lo que puede dar lugar a variaciones de la composición química del magma. Pero el magma también puede sufrir variaciones en su composición química por distintos procesos de asimilación de material de la roca en la que se emplaza y en algunos casos se pueden observar relictos de este material no fundido englobados por la roca (xenolitos). Otro proceso por el cual un magma puede variar su composición es por un fenómeno de mezcla de magmas donde tiene lugar la interacción de magmas de naturaleza distinta lo que genera variaciones mineralógicas o composicionales de la roca. En el granito de la fachada del Banco Santander es posible observar un conjunto de 'parches' redondeados más oscuros que el granito (Fig. 2D). Las características texturales y petrológicas sugieren que estos 'parches' no sean de la misma naturaleza que el granito que los engloba, aunque para poder determinar cuál fue el proceso que los generó es necesario llevar a cabo un estudio petrológico más detallado.



Figura 2. A) 'Cámara magmática' de la fachada junto al Teatro Isabel la Católica. B) Panorámica del granito, nótese los parches negros en las placas. C) Mineralogía típica en un granito. D) Detalle de un Xenolito, fragmento de roca de distinta naturaleza que la del granito, que equivale a los parches negros de la figura 2B.

PARADA 3» Plaza del Carmen

Calizas rojas de rudistas (solería)

Son rocas carbonatadas procedentes de las canteras de Ereño y Gauteguiiz-Arteaga en Vizcaya, por lo que reciben el nombre de Calizas "Rojo Bilbao o Ereño". Se trata de una caliza arrecifal con abundante contenido fósil, en el que destacan, sobre todo, las conchas de rudistas, que aparecen con colores blancos sobre una matriz micrítica de llamativo color rojo compuesta fundamentalmente por calcita CaCO_3 además de algo de cuarzo SiO_2 , feldespato potásico KAlSi_3O_8 , hematitas Fe_2O_3 y algunos minerales de la arcilla. Los rudistas transformaron su concha aragonítica en calcítica durante la diagénesis temprana y no se vieron afectados por recristalizaciones posteriores en las que circularon fluidos portadores de óxidos de hierro. Estos fluidos sí afectaron a la matriz, otorgándole su coloración rojiza.

Los rudistas son moluscos bivalvos con dos valvas asimétricas, una de ellas en forma de cono o enrollada en espiral y la otra que hacía las veces de tapadera. Normalmente una de ellas estaba fijada al sustrato. Aparecen en el Jurásico superior, fueron los principales constructores de arrecifes en los mares tropicales durante el Cretácico, hace aproximadamente 120 millones de años, y se extinguieron en el límite Cretácico-Terciario. Junto a las calizas negras de Marquina constituyen el llamado Complejo Urgoniano.

Los rudistas se asentaban en ambientes someros agrupándose numerosos individuos, lo que permitía el atrapamiento de sedimentos, que consolidaban y reforzaban las colonias produciendo cementaciones entre las conchas. Se conservan numerosos fósiles en posición de vida, por lo que se ha podido observar cómo se apoyaban y sujetaban unos con otros. Se supone que habitaban aguas someras, pues su asociación con algas dasicladáceas parece indicar que los rudistas necesitaban aguas turbias y bien oxigenadas y que la profundidad no excedería de los 5 m. Asimismo estarían expuestos a condiciones subaéreas (quedarían «al aire») durante las mareas vivas.

Los yacimientos de calizas de rudistas de Ereño fueron localizados al menos hace 2000 años, en época del Imperio Romano y es en ese período cuando se inició su extracción. Prueba de ello son dos aras funerarias romanas del s. I y II de caliza roja de Ereño con epígrafes latinos, localizadas en el yacimiento de Forua. Algunas canteras de la zona siguen actualmente en explotación (p. ej., canteras de Andrabide) y comercializan esta caliza bajo la denominación de “Mármol Rojo de Ereño”. En la industria de la piedra ornamental se le considera uno de los diez “mármoles” más famosos de España.

Calizas negro Marquina (solería)

La caliza negra de Marquina o “Mármol negro de Marquina” se explota cerca de la localidad del mismo nombre en la provincia de Vizcaya, es una roca recristalizada compacta de color gris oscuro a negro y de grano fino con algunas vetas más o menos finas y blancas de calcita recristalizada y en las que, en ocasiones, pueden apreciarse restos fósiles (sobre todo rudistas circulares en tonos grises). Los minerales principales son calcita y minerales arcillosos.

El conjunto de rocas formadas durante el Aptiense-Albiense (120 millones de años) en la Cuenca Vasco-Cantábrica se ha denominado históricamente Complejo Urgoniano. Y comprende diferentes materiales de los cuales los materiales más representativos de nuestra geografía son las calizas “urgonianas”. El término “urgoniano” proviene de la región de Orgon (Provenza) donde fueron descritas por primera vez las calizas grises con rudistas y corales características.

La caliza negra de Marquina es una de las variedades de “Mármol” español más explotadas y comercializadas en la actualidad.

Caliza gris de Sierra Elvira (solería)

La caliza gris de Sierra Elvira (Granada) constituye una de las rocas más significativas utilizadas en el Patrimonio Arquitectónico de la ciudad. Son unas rocas carbonatadas constituidas casi exclusivamente por restos esqueléticos de crinoides (equinodermos fósiles cuyo tronco está formado por segmentos de morfologías

variadas: pentagonales, estrelladas, circulares, etc.) que se depositaron en aguas marinas someras y fueron cementadas durante la diagénesis por cementos calcínicos hace 185 millones de años (Jurásico inferior). Estas rocas constituyen el último depósito antes de que se rompiera la gran plataforma carbonatada del borde meridional de la placa europea, hace unos 180 Ma, como consecuencia de la apertura del Océano Atlántico.

Los minerales que las forman son casi exclusivamente granos y cemento de calcita (CaCO_3). En algunos casos dolomita, $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$, y granos muy escasos de cuarzo (SiO_2) y óxidos e hidróxidos de Fe siempre como fases minerales que rellenan las fracturas e irregularidades.

Sus magníficas propiedades hídricas, de porosidad y resistencia mecánica favorecen el uso ornamental, encontrándose en portadas, fuentes, estatuas, columnas y zócalos de edificios históricos significativos de Granada como la Real Chancillería, el Hospital Real, la Catedral y el Palacio de Carlos V. También se usa en construcción civil actual como solerías, bordillos de plazas o calles. Otras variedades se extraen para áridos.

Calizas crema marfil de Coto Pinoso Alicante (KFC)

Las calizas crema denominadas comercialmente como “Mármol Crema Marfil” proceden del yacimiento del Monte Coto en la localidad de Pinoso (Alicante). Se trata de una caliza fosilífera en la que dominan las bioesparitas de foraminíferos (nummulites). Los nummulites son organismos unicelulares provistos de un caparazón calcáreo con forma lenticular cuyas conchas se encuentran frecuentemente como fósiles y alcanzaron tamaños de varios centímetros.

Han dejado importantes yacimientos fósiles de entre 65 y 40 millones de años de antigüedad, durante el paleoceno y el eoceno que poseen una importancia extraordinaria en la datación de rocas del Terciario inferior. La presencia de estos macroforaminíferos, nos revela la existencia de un clima cálido y de mares poco profundos y oxigenados.

Esta caliza “Mármol Crema Marfil” es posiblemente el mármol comercial más vendido en España, dedicándose la mayor parte de la producción a la exportación.

Calizas crema con oncolitos de Sierra Gorda (Granada) (solería)

Calizas de color crema procedentes de Sierra Gorda, Loja (Granada) con pisolitos y oncolitos. Estas estructuras sugieren la existencia de un extenso banco carbonatado con pequeños montículos emergidos (mallas de algas) que crecen adheridas al sustrato y emergen verticalmente del mismo, produciendo estructuras de gran variedad morfológica, volumétrica y biogeográfica que facilitan la precipitación de carbonatos. Su edad corresponde al Lías (Jurásico inferior), hace unos 185 millones de años.

Los oncolitos son estructuras sedimentarias esféricas u ovoides de origen orgánico, formadas por capas concéntricas de carbonato cálcico. La formación de los oncolitos es muy similar a la de los estromatolitos, pero desarrollados sobre una base no fijada al sustrato. La estructura se forma a menudo a partir de un núcleo, que puede ser una partícula sedimentaria o un fragmento de concha sobre el que se establece un tapiz microbiano de cianobacterias que

inducen la precipitación y fijación del carbonato. Al rodar estas estructuras en un ambiente acuático energético (somero, y por tanto afectado por las olas y mareas) adquieren su característico aspecto ovoide.

Los oncolitos pueden producirse en ambientes marinos, donde son indicadores de aguas cálidas en la zona fótica, o en ambientes continentales, en zonas con aguas muy carbonatadas. Normalmente son de pequeño tamaño, de 2 a 3 cm de diámetro, pero ocasionalmente pueden alcanzar mayores dimensiones.

Se encuentran estromatolitos fósiles en todas las eras geológicas y uno de los indicios más antiguos de vida en la Tierra son estructuras estromatolíticas de hace 3500 millones de años encontradas en Australia.

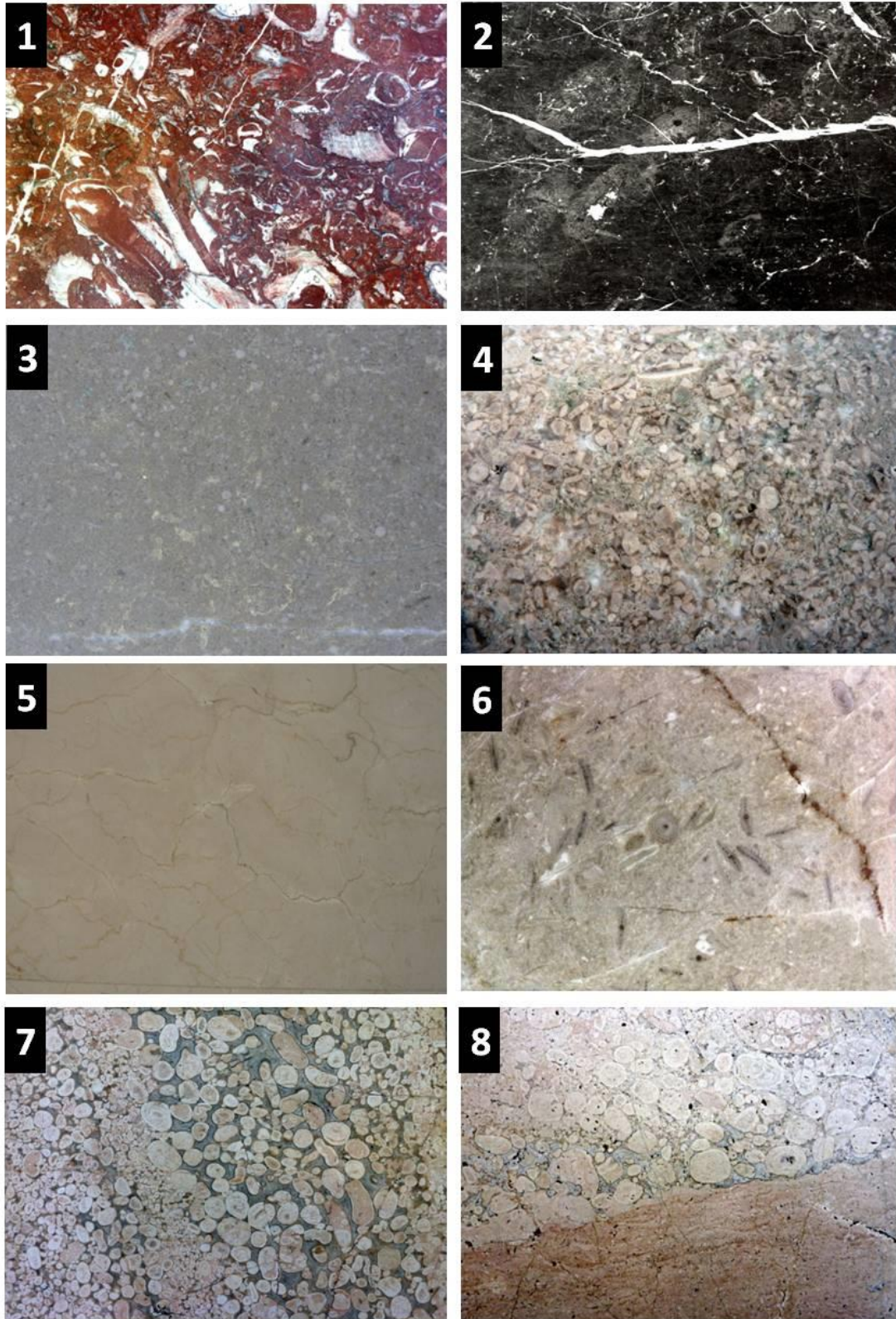


Figura 3. A) Caliza de rudistas (edad: Cretácico inferior; procedencia: Ereño, Vizcaya). B) Caliza negra (edad: Cretácico inferior; procedencia: Marquina, Vizcaya). C) Caliza gris (edad: Lías inferior; procedencia: Sierra Elvira, Granada) D) Detalle de la anterior en la que se aprecian los crinoides. E) Caliza crema (edad: Eoceno; procedencia Pinoso, Alicante). F) Detalle de Nummulites de la anterior. G) Caliza oncolítica (edad: Lías; procedencia Loja, Granada). H) Caliza oncolítica (misma procedencia y edad de la anterior).

PARADA 4» Calle Zacatín

Gneis migmatítico (Joyería Mira Mira)

Roca ornamental procedente de Brasil (Juparana). Petrologicamente se trata de un gneis, es decir, una roca metamórfica producida por transformación de rocas ígneas o sedimentarias previas ricas en cuarzo y feldespato. Estas transformaciones son fundamentalmente cambios en la estructura y/o en la composición mineralógica de la roca previa producidos por procesos de la dinámica terrestre que suponen variaciones en las condiciones de presión y temperatura de las rocas. Las migmatitas son rocas metamórficas que han alcanzado una temperatura lo suficientemente elevada como para permitir la fusión parcial de la roca. Los gneises están constituidos fundamentalmente por cuarzo (óxido de silicio, SiO_2), feldespato alcalino (silicato de aluminio, sodio y potasio), biotita (aluminosilicato de potasio, hierro y magnesio), sillimanita (silicato de aluminio), cordierita (silicato de aluminio y magnesio). El gneis migmatítico Juparana es de edad Proterozoico superior-Cámbrico, correspondiente a 1000-500 millones de años.

Larvikita gris (tienda Tupóster.com)

Roca ornamental proveniente de Larvik (Noruega), de grano grueso de color gris azulado a azul plateado. Su nombre petrográfico es **sienita**; se trata de una roca ígnea muy rica en **anortoclasa**, un tipo de **feldespato alcalino** más rico en sodio que en potasio; además puede presentar cantidades menores de **plagioclasa** (silicato de Al, Ca y Na). La variedad **larvikita** se caracteriza por presentar granos oscuros de **augita** (silicato de hierro, magnesio y calcio) entre los cristales centimétricos de anortoclasa. Cabe destacar las variaciones de color de la anortoclasa al cambiar el ángulo de observación, fenómeno conocido como **iridiscencia**. Son rocas antiguas formadas hace 300 Ma en el tránsito entre el **Carbonífero** y el **Pérmico**.

Serpentinita (Joyería Pagola)

Las serpentinitas son rocas de color verde compuestas por minerales del grupo de la serpentina. Este grupo incluye tres minerales con una composición química casi idéntica ($\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$) pero con estructura interna diferente: lizardita, crisotilo y antigorita. Las serpentinitas se han formado a lo largo de la historia geológica de la Tierra por hidratación de rocas ultramáficas (proceso denominado serpentización), las cuales están compuestas principalmente por olivino, con menores cantidades de ortopiroxeno y/o clinopiroxeno. Estas rocas ultramáficas, también conocidas como peridotitas, se forman por cristalización de magmas muy ricos en MgO (algo que tuvo lugar, sobre todo, en las etapas más tempranas de la evolución de la Tierra, durante el periodo Arcaico, hace más de 2500 millones de años), y constituyen una parte importante de nuestro planeta, el Manto Superior (zona comprendida entre los 20-60 km y los 660 km de profundidad). Estas rocas se alteran cuando son transportadas hacia la Corteza Terrestre por procesos tectónicos.

La asociación mineral más frecuente de las serpentinitas es la formada por uno, o varios, de los minerales del grupo de la serpentina junto a pequeñas cantidades de magnetita (Fe_3O_4) y/o brucita ($\text{Mg}(\text{OH})_2$), y trazas de sulfuros de Fe, Ni y Cu. La serpentización es un proceso

que genera H_2 , el cual puede combinarse con el oxígeno para formar agua y/o con el carbono para formar metano. Hay autores que consideran que este ambiente pudo condicionar el origen de la vida en la Tierra, lo que hace de las serpentinitas un objeto de estudio científico de primer orden.

Las serpentinitas se han utilizado tradicionalmente como rocas ornamentales, tanto para la fabricación de objetos de adorno personal en algunas culturas antiguas, como para la construcción y, sobre todo, decoración de edificios. Uno de sus minerales constituyentes (el crisotilo) forma parte del grupo de minerales fibrosos conocidos como asbestos o amianto y se ha usado para la fabricación de materiales resistentes al calor. No obstante, en la actualidad el uso de este tipo de minerales en la construcción está prohibido, ya que se ha comprobado que la inhalación de sus fibras puede provocar graves enfermedades pulmonares.

En Granada, las serpentinitas utilizadas en la ornamentación de edificios públicos proceden, principalmente, de una cantera situada en El Barranco de San Juan (Sierra Nevada) y pueden observarse en la Real Chancillería, la Catedral, la iglesia de San Juan de Dios, el Monasterio de la Cartuja, el Monasterio de Los Jerónimos y el Palacio de Carlos V. Más recientemente, se ha construido el Palacio de Congresos con serpentinitas procedentes de Guatemala.

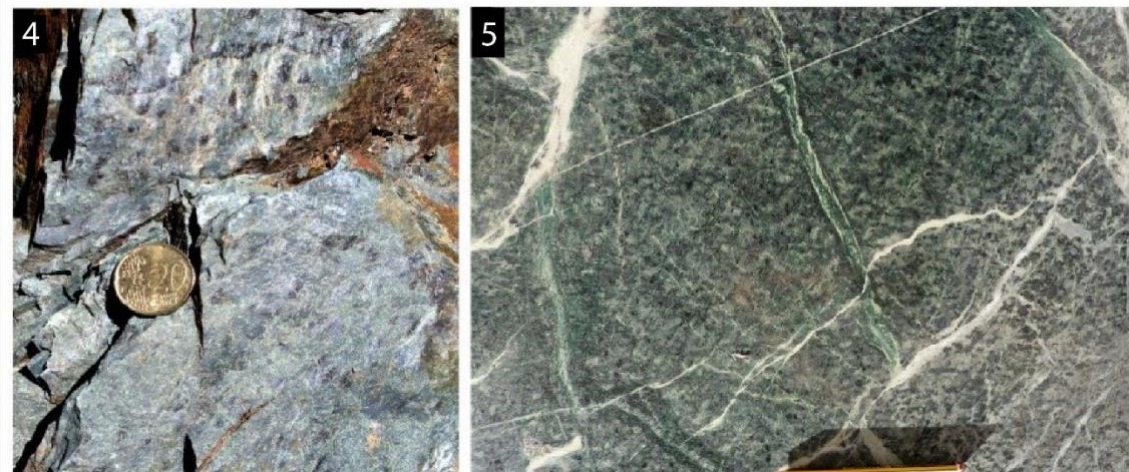
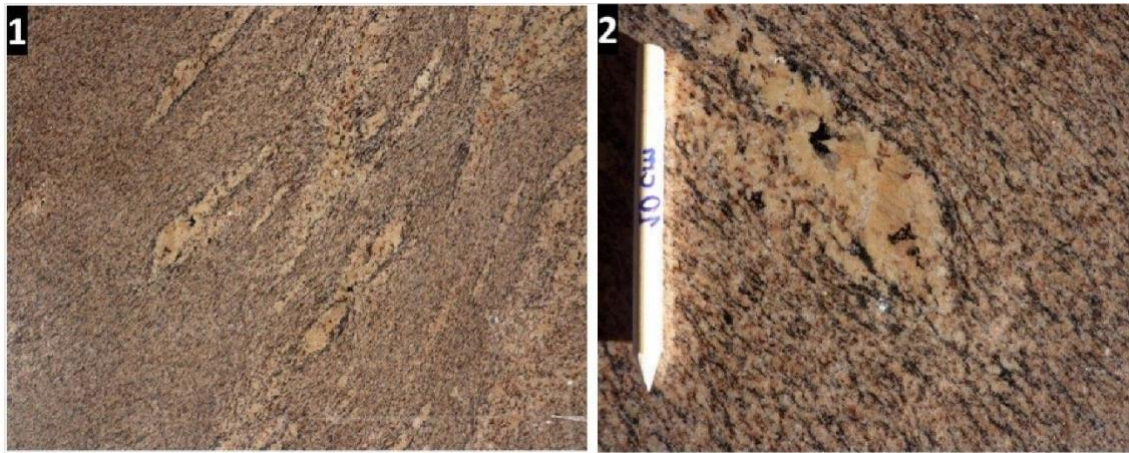


Figura 4. A) Gneis migmatítico de la fachada de la Joyería Mira-Mira (edad: Proterozoico superior-Cámbrico; procedencia: Brasil). B) Detalle del gneis migmatítico en el que se aprecia la típica estructura gneílica. C) Larvikita gris de la fachada de la tienda Tupóster.com (edad: tránsito Carbonífero-Pérmico (~ 300 Ma); procedencia: Noruega). D) Afloramiento de la Serpentinita del Barranco de San Juan (Sierra Nevada, Granada). E) Serpentinita de la fachada de la Joyería Pagola (edad del metamorfismo: Mioceno; procedencia: Barranco de San Juan, Sierra Nevada, Granada).

PARADA 5» Capilla Real

Empedrados de cantos de esquisto y mármol

Los cantos de esquisto, cuarcita y mármol usados en estos empedrados se observan frecuentemente en ríos y playas, su procedencia está vinculada con el macizo montañoso de Sierra Nevada. La Sierra está constituida por rocas metamórficas. En su núcleo central, donde emergen las cumbres más elevadas del macizo, las rocas son fundamentalmente esquistos. Rodeándola se dispone una orla de terrenos triásicos, constituida por pizarras, mármoles, serpentinas, anfíbolitas, gneises y filitas; estas últimas producen fragmentos planos deleznable que constituyen la "launa", utilizada como impermeabilizante en los techos de las viviendas de las Alpujarras.

El choque de placas tectónicas que produjo el metamorfismo de las rocas de la Sierra, causó finalmente el levantamiento de enormes masas de rocas, de las cuales la Sierra actual es sólo su núcleo más profundo. Las más superficiales han sido erosionadas durante millones de años suministrando cantos rodados, utilizados en los empedrados granadinos (Figura 5.1), enormes bloques aún visibles en el campo (Figura 5.2), arenas y arcillas.

Mecanismo de formación de rocas metamórficas: Metamorfismo significa cambio de forma y en el caso de las rocas se refiere a los cambios físicos y químicos sufridos por las rocas originarias por efecto de la presión y la temperatura (>200°C). Si la roca metamórfica procede de un sedimento arcilloso se forman pizarras, filitas, esquistos o gneises, de menor a mayor grado metamórfico. El metamorfismo suele ir acompañado de una intensa deformación, de ahí que la característica visual más relevante de una roca metamórfica es la foliación y su tendencia a formar lajas cuando se fractura. Otras rocas metamórficas son los mármoles, que derivan del metamorfismo de las calizas y se caracterizan por tener granos con tamaños relativamente grandes como resultado de un proceso denominado recristalización

Capilla Real y Catedral de Granada

El material fundamental de construcción de la Catedral de Granada lo constituye la calcarenita que es una roca formada mayoritariamente por fragmentos del tamaño arena de carbonatos y restos calcáreos de organismos. Esta roca, junto con el travertino, se ha usado como material de construcción en catedrales y otros edificios históricos.

En la actualidad es frecuente ver esta roca alterada por efecto de la humedad del suelo en las partes bajas de este monumento. Los materiales de construcción absorben agua proveniente de la lluvia, de filtraciones, o de la humedad del terreno que asciende por zonas permeables. El agua sube por las paredes de un edificio desde el suelo por capilaridad. La humedad consigue ascender por las paredes debido a que estos materiales de construcción contienen pequeños poros. La humedad en estos materiales produce alteración de sus características que pueden llevar a su destrucción. En el caso de la calcarenita el proceso por el que se produce la pérdida de cohesión entre los fragmentos del tamaño de la arena se denomina "arenización".

Travertino (Zapatería Maciá)

Roca ornamental proveniente de Italia o Turquía. Se trata de una roca sedimentaria de origen parcialmente biogénico, formada por depósitos de carbonato cálcico sobre restos vegetales. Es una caliza más o menos porosa de color claro entre amarillento y café con capas paralelas y pequeñas cavidades que se corresponden con el espacio dejado por los restos vegetales originales.

Mecanismo de formación: Los pequeños cristales de calcita se depositan en forma de corteza calcárea sobre los vegetales presentes en la fuente (manantial o río) cargada de carbonato cálcico (CaCO_3). Los restos vegetales provienen de musgos, tallos o cualquier otro vegetal que sirvió de apoyo. La superposición periódica de precipitados de carbonato cálcico forma la textura en capas del travertino. Cuando el sustrato vegetal muere y desaparece, deja vacío el sitio que antes ocupaba y queda en la roca el negativo de ese vegetal, que es el responsable de su aspecto cavernoso.

Fósiles en calizas

En muchos casos los orígenes de las calizas están ligados a actividad de seres vivos y con frecuencia contienen fósiles, que son restos o trazas de animales, plantas u otros organismos del pasado. En diversos puntos de la solería de la Calle Oficios se pueden reconocer ammonites (Figura 5.6), moluscos marinos con concha enrollada en forma de caracol, extinguidos por la misma época que los dinosaurios.

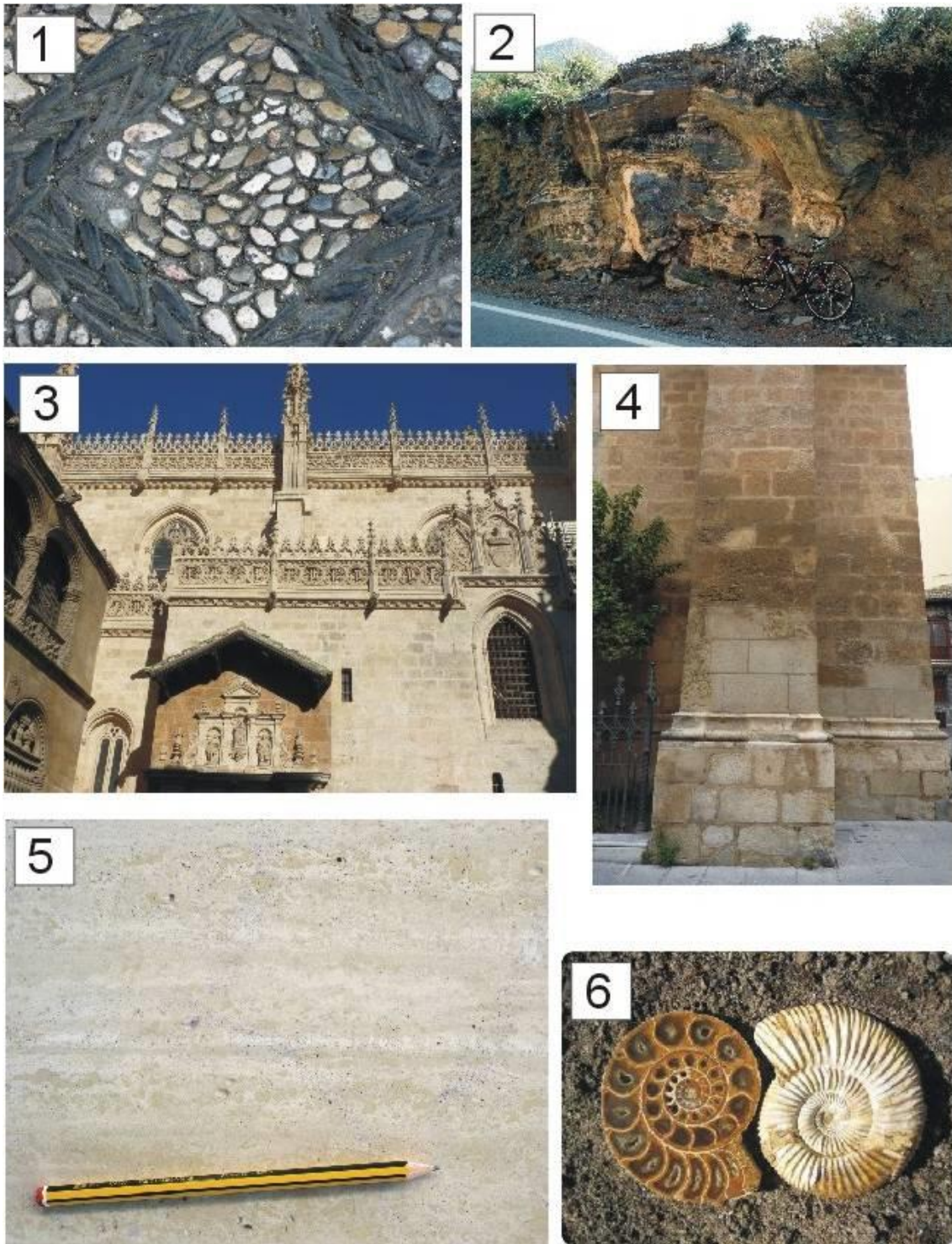


Figura 5. 1) Ejemplo del mosaico empedrado típico utilizado como solería en Granada. 2) Afloramiento de rocas metamórficas en Sierra Nevada. Calcarenitas y travertinos en edificios históricos de Granada (3 y 4). 5) Detalle del travertino. 6) Ejemplo de restos fósiles, ammonites, identificables en calizas.

PARADA 6» Plaza Nueva y Real Chancillería

El palacio de la Real Chancillería, también denominada Real Audiencia, fue mandado construir por el emperador Carlos V en 1526, siendo el primer edificio de este tipo que se construyó en España para albergar un tribunal de justicia. El proyecto fue ejecutado por el arquitecto jienense Francisco del Castillo, concluyéndose las obras con la terminación de la fachada principal en 1587, reinando Felipe II de España. Los historiadores resaltan la capacidad del arquitecto jiennense para integrar la luz como elemento arquitectónico en esta fachada, especialmente en la portada, donde emplea rocas grises, blancas y verdes que se conjugan y mueven según la luz incidente. El edificio es un conjunto monumental de grandes proporciones, en el que resalta la elegancia y nobleza de la fachada de estilo manierista, concebida como emblema de poder, reflejo de la presencia de la Corona en la ciudad. Se estructura la fachada en dos cuerpos y siete ejes verticales, resaltando la densa variedad de vanos, típico del estilo contradictorio y experimentalista del Manierismo.

Este edificio histórico, como la mayoría de los edificios históricos de la ciudad de Granada (Catedral, Hospital Real, Monasterio de San Jerónimo, Iglesia y Hospital de San Juan de Dios, etc.), ha sido construido con rocas sedimentarias y metamórficas locales o de zonas próximas. Las rocas sedimentarias usadas son la calcarenita de Santa Pudía, la caliza de Sierra Elvira y el travertino de Alfacar, todas ellas extraídas de la provincia de Granada; y entre las metamórficas se han empleado el mármol de Macael procedente de Almería y la serpentinita del Barranco de San Juan, en Granada.

Hay que recordar que las rocas sedimentarias se forman por acumulación de sedimentos que, sometidos a procesos físicos y químicos (diagénesis), dan lugar a materiales más o menos consolidados de cierta consistencia. Según su génesis se clasifican en: a) rocas *detriticas*, formadas a partir de clastos sólidos derivados de la meteorización (ej. arenisca: roca formada por clastos de cuarzo de tamaño arena), y rocas de *precipitación química*, formadas por depósito de sustancias previamente disueltas. La precipitación del material puede ser por procesos inorgánicos, como la evaporación que originaría rocas evaporíticas como el yeso o la halita (NaCl); y por procesos orgánicos. En este caso animales y plantas que viven en el agua extraen materia mineral disuelta para formar sus caparazones y partes duras. Cuando mueren, sus esqueletos se acumulan en el fondo de océanos o lagos como sedimento bioquímico. Ejemplos de estas rocas son la caliza bioclástica y el travertino, ambas compuestas fundamentalmente por carbonato cálcico. Estos tipos de rocas son las más empleadas en la construcción de monumentos en Granada y están presentes en la Real Chancillería.

En general, la cimentación, partes bajas y muros de los edificios históricos de esta ciudad se han construido con el **travertino de Alfacar**. Los travertinos se forman cuando aguas subterráneas ricas en calcio y carbonato salen a la superficie, por ejemplo, en manantiales o surgencias, precipitando calcita sobre restos de plantas. Cuando el vegetal muere y desaparece, deja vacío el sitio que antes ocupaba, quedando sobre la roca el negativo de ese vegetal, que es el responsable del aspecto cavernoso del travertino.

En la Real Chancillería tres de las cuatro fachadas (excepto la principal) están construidas con este travertino de tonos ocres dorados a gris, labrado toscamente debido a los grandes huecos (coqueras) que dificultan su talla. El empleo del travertino de Alfacar exclusivamente

como material constructivo se debe a que posee muy buena resistencia mecánica y fuerte resistencia a la abrasión y, por tanto, es de difícil labrado. Pero además y muy importante, se trata de una roca caracterizada por la ausencia de microporos (huecos de tamaño inferior a 60 μm) pero que posee grandes cavidades irregulares que pueden alcanzar tamaño centimétrico (coqueras). Esta particularidad del sistema poroso hace que el travertino se comporte bien frente a la acción del agua, impidiendo su ascenso capilar, y en caso de que el sillar esté mojado, su rápido secado.

Con diferencia, la roca más empleada en la construcción y también decoración de los monumentos granadinos es la calcarenita bioclástica o **biocalcarenita de Santa Pudía**, también llamada localmente *piedra franca*. Las canteras históricas de extracción de esta roca son La Escribana situada en Alhendín y Las Parideras, en Escúzar. En la Real Chancillería esta roca, de color cálido y bella tonalidad entre beige, amarillento y pardo claro, se ha usado como sillar en la construcción de la fachada principal del edificio. El término geológico biocalcarenita indica por sí mismo la naturaleza de esta roca; está formada por bioclastos o fragmentos de fósiles, es de naturaleza carbonática (formada por carbonato cálcico) y posee granos de tamaño arena (entre 20 μm y 2 mm). Los fragmentos fósiles están cohesionados en una matriz carbonatada muy escasa. Esta escasez de matriz, y también de cemento, controla sus propiedades físico-mecánicas como la porosidad, la permeabilidad, la resistencia a la compresión y tracción, etc., condicionando que la calcarenita sea una roca débil desde el punto de vista mecánico, de porosidad abierta muy elevada (entre 10 y 30% en muestras frescas de cantera) y permeable al agua y vapor de agua. Por un lado, estas características facilitan su fácil labrado, motivo por el que se ha empleado profusamente como material ornamental, pero por otra parte hacen que sea altamente susceptible al deterioro y se degrade fácilmente una vez puesta en obra.

El particular sistema poroso de la calcarenita, en el que abundan los microporos, junto a su elevada porosidad, favorece la infiltración de agua por ascenso capilar y que el secado de la misma sea lento. Ello contribuye a su rápido deterioro que se manifiesta principalmente por la disgregación de sus granos minerales, ya sea pulverización o arenización, dependiendo del tamaño de los granos. En la Real Chancillería la calcarenita de Santa Pudía también se ha empleado para elaborar determinados elementos ornamentales de la fachada, por ejemplo, el cornisamento y la balaustrada con pináculos rematados con pirámides en el cuerpo superior, ventanas, frontones triangulares y curvos, molduras y columnas en seis de los ejes verticales (excepto el de la portada principal).

En la portada de la Real Chancillería además aparecen otros tres tipos de rocas, no empleadas como material estructural, pero sí ornamental, cuyo uso es característico en elementos decorativos del patrimonio arquitectónico de Granada. Su color contrasta con el de los muros dorados del edificio. Se trata de la caliza gris de Sierra Elvira, el mármol blanco de Macael y la serpentinita verde del Barranco de San Juan en Sierra Nevada. Estas dos últimas rocas son metamórficas, a diferencia de la caliza que es una roca sedimentaria de precipitación bioquímica.

La **caliza de Sierra Elvira** constituye una de las piedras ornamentales más significativas del patrimonio arquitectónico de Andalucía oriental. En los relieves de Sierra Elvira pueden

explotarse dos variedades: la caliza micrítica y la caliza de crinoides. Esta última ha sido la más usada por su color gris con tendencia a tonos rojizos. En la Real Chancillería aparece formando las columnas y los frontones de las tres portadas del edificio (principal y dos laterales), así como en la primera planta justo encima de la portada principal, donde su color oscuro juega cromáticamente con el mármol blanco. Junto con la serpentinita y el mármol blanco, son los tres materiales de la fachada que admiten pulido, lo que permite obtener colores más intensos. Esta caliza se originó hace 185 millones de años a partir de aportes de barro calizo en un mar poco profundo, conteniendo restos de algas y crinoides (equinodermos con tronco formado por segmentos de morfología variadas).

Sus características petrográficas y físico-mecánicas confieren a la caliza de Sierra Elvira una calidad técnica y durabilidad muy notables. De hecho, se trata de un material muy poco poroso (porosidad abierta inferior a 1%) y de elevada resistencia a la compresión, al impacto y al desgaste, que resulta en un material idóneo para la elaboración de columnas, pedestales, escaleras y, también, en forma de losas para solería (véase la pavimentación de Plaza Nueva). El único defecto que puede penalizar la calidad de esta caliza está representado por los estilolitos (producidos por disolución cuando la roca está sometida a presiones elevadas), que aparecen como discontinuidades de color marrón o amarillento (por contener óxidos de hierro o arcillas) que dibujan juntas ondulantes irregulares y que suelen reducir la compacidad y ser vías preferenciales para la migración del agua.

El **mármol blanco de Macael** aparece como elemento decorativo en la portada principal y en el primer piso donde destacan una cartela con texto de Ambrosio de Morales, cronista de Felipe II, y el gran escudo real enmarcado por caliza gris de Sierra Elvira en el primer piso. Asimismo, ha sido colocado alrededor de los medallones de serpentinita para darles mayor resalte. El mármol se forma a partir de calizas o dolomías que han sufrido metamorfismo de elevada temperatura y presión. Tras el metamorfismo la roca mantiene la misma mineralogía, compuesta por calcita y/o dolomita, pero los minerales sufren un proceso de recristalización y las texturas biológicas preexistentes se borran. Solo los planos originales de sedimentación pueden preservarse parcialmente en forma de bandeado. La presencia de impureza en los carbonatos hace perder el característico color blanco y los mármoles se vuelven amarillos, rosas o grises. En la zona de Macael (Almería) se explotan en la actualidad tres variedades de mármol: el Blanco, el Tranco que es de color grisáceo con bandeado, y el Triana de color amarillo en el cual se observan discontinuidades negras por la presencia de óxidos e hidróxidos de Fe y Mn. Los primeros dos mármoles son de composición calcítica y el tercero es dolomítico. El mármol blanco, debido a su color, es el más demandado y el más utilizado en el patrimonio arquitectónico español. En la fachada de la Real Chancillería el mármol blanco presenta buen estado de conservación. Aunque el grado de dureza del mineral que lo compone es relativamente bajo (es 3 para la calcita en la escala de Mohs), su porosidad muy baja (porosidad abierta inferior a 1%) y el tamaño de cristal muy pequeño (0,1 – 3 mm) lo convierten en un material muy compacto y duradero. Sin embargo, comparado con otros mármoles andaluces, el mármol blanco de Macael se deteriora fácilmente por dilatación térmica favoreciendo el desarrollo de microfisuras.

La **serpentinita verde**, procedente del Barranco de San Juan, forma los medallones que aparecen sobre las ventanas y dentro de los frontones curvos del primer cuerpo del edificio,

así como las placas rectangulares de los pedestales sobre los que se asientan las columnas de la entrada principal. Aunque por su génesis la serpentinita no se corresponde con un mármol, en la industria de la piedra ornamental se las conoce como *mármol verde*. Procede de la alteración de rocas ultramáficas (rocas ígneas con contenido en sílice menor del 45%). Su origen complejo hace que posea una composición, textura, color y comportamiento hídrico y mecánico diverso que influye en su uso como roca ornamental. No obstante, sus características estéticas hacen que sea muy usada como roca decorativa, aunque también con fines estructurales principalmente en columnas (como en el altar de la Catedral). La serpentinita de la Real Chancillería es una roca de color verde oscuro con manchas negras de magnetita (Fe_3O_4) y recorrida por pequeños filones blancos de carbonato cálcico. No obstante, se aprecian diferencias de color, de textura y de estado de conservación entre las serpentinas que forman los medallones y las de las placas de la puerta principal. Los medallones están bien conservados, aunque existen fisuras a favor de las discontinuidades naturales de la roca y desprendimientos escasos de material. En las placas cerca del suelo la degradación es más intensa, con desgaste de pulido, abundante pérdida de material, descamación, fisuras, disgregación, costras ocre-amarillas en las fracturas y sales. Estas formas de deterioro se ven favorecidas por la cercanía al nivel del suelo, que propicia el aporte de agua a través de su sistema poroso por ascenso capilar. Aunque la serpentinita es una roca de baja porosidad (menos del 1,5%) y bajo coeficiente de absorción hídrica, se caracteriza también por su muy lenta desorción de agua que hace que permanezca mucho tiempo mojada. Además, la infiltración de agua es favorecida por la existencia natural de fisuras y por un aumento de porosidad (en el edificio) debida a procesos de disolución/cristalización de minerales de la propia roca, y de sales (introducidas por materiales de reposición inadecuados), hecho potenciado por la orientación sur de la fachada donde los cambios térmicos son marcados.

Vea también:

[» Plaza Nueva y la Real Chancillería de Granada » Curiosidades](#)

[» Ruta Geodidáctica por monumentos de la Ciudad de Granada \(video\)](#)



Figura 6. 1) Fachada de la Real Chancillería en la que se observa: el travertino ocre-dorado de Alfacar (a) en muros laterales y sillares almohadillados de la fachada principal; la calcarenita ocre-amarillenta de Santa Pudia (b) en el paramento central y ornatos de ventanas, cornisas y crestería; la caliza gris de Sierra Elvira (c) en columnas y frontones de las portadas de la fachada; el mármol blanco de Macael (d) en el escudo y cartela de la portada principal y enmarcando los medallones de serpentinita verde (e) del Barranco de San Juan (Sierra Nevada), también usada en los pedestales de las columnas de la portada principal. 2) Detalle del travertino de Alfacar con los huecos dejados por restos vegetales y la formación de coqueras. 3) Detalle de la calcarenita de Santa Pudia donde se observa la huella de una concha. 4) Detalle de la caliza gris de Sierra Elvira en que se ven los crinoides (cr) y una banda blanca de calcita (ca). 5) Detalle de un medallón de serpentinita verde (s) enmarcado por mármol blanco de Macael (m).