

# Mosaicos de piedras tipo séctile: historia, técnicas, diseños, análisis y valoración

*Javier García-Guinea<sup>1</sup>, Virgilio Correcher<sup>2</sup>,  
Luis Sánchez-Muñoz<sup>2</sup> y Víctor Cárdenes Vanden Eynde<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC), Madrid

<sup>2</sup> CIEMAT, Avda Complutense 22, 28040 Madrid

<sup>3</sup> Fundación Centro Tecnológico Pizarra. Sobrado de Valdeorras, s/n 32330 Orense

## MARQUETERÍA LAPIDARIA ACTUAL

La técnica de aglomeración de piedras es tan antigua como las construcciones neolíticas de adobe o las cementaciones calcáreas romanas. El uso de resinas y fibras de vidrio para cementarlas y de modernas técnicas de corte como láser, cañón hidráulico o hilo de diamante por control numérico computerizado forman parte de la carrera tecnológica actual donde los italianos siempre van por delante. Toncelli (1989) patentó “un procedimiento para el refuerzo estructural de artículos frágiles de piedra o aglomerados de piedra así como para reforzar los artículos obtenidos”. Esta patente reivindica las siguientes fases: (a) calentamiento de la piedra para eliminar la humedad, (b) tratamiento de la superficie con un adhesivo tipo “primer” para favorecer la adherencia de la resina, (c) consolidación de una cara con ayuda de una resina, (d) espolvoreado de polvo de piedra con vibración o compresión a presión atmosférica para facilitar la penetración del polvo en la capa de resina, (e) catálisis de la resina (opcionalmente en caliente), (f) lijado y pulido mecánicos de la superficie. Otra patente muy parecida es la de Rudolf Leis (1987) titulada “Verbundplatte mit einer Natursteinschicht” con un sistema multicapa. Italia arrastra desde la antigüedad su interés por las tallas de piedras y lapidación. Son especialmente ilustrativos los ejemplos de las estatuas de mármoles romanos, por ejemplo la Pietá de Miguel Angel o que en la actualidad, este país ocupe el primer lugar en el mundo en exportación de mármol, granito y maquinaria de corte y pulido de piedra. La guerra de la Independencia en 1808 y las posteriores penurias del siglo XIX hicieron desaparecer

totalmente los talleres de lapidación artística en Madrid. Posteriormente, el excesivo costo de la mano de obra y los elevados precios de las piedras de color intenso (desaparecido el período colonial), han hecho imposible, hasta la actualidad, el funcionamiento de talleres de marquetería lapidaria de estilo florentino. A nivel mundial, el panorama de la marquetería lapidaria, también es bastante escaso, así, hay que mencionar los tableros Mosalite de Brasil basados en motivos florales y fauna tropical, los tableros lisos de coral marrón claro de Filipinas y los cuadros de los artesanos de Siena y Florencia. También se pueden ver mosaicos sencillos procedentes de nuestros lapidarios nacionales. Las explosiones inmobiliarias de los países occidentales han demandado infinitos metros cuadrados de pavimento que han sido cubiertos por piezas cerámicas y baldosas de granitos y mármoles. España es el segundo productor del Mundo en granitos 10.000 mm<sup>2</sup> (millones de metros cuadrados al año) y mármoles (10.000 mm<sup>2</sup>) después de Italia. España también exporta 60.000 mm<sup>2</sup> de pavimentos y solados cerámicos. Italia exporta a Alemania 60 mm<sup>2</sup>/año de azulejos, etc. Existe una carrera de producción y exportación de millones de metros cuadrados de elementos de pavimentación y revestimiento de tipo pétreo o cerámico. Esta realidad, ha especializado la minería y los talleres de piedra natural en auténticas máquinas de producir metros cuadrados de tableros y losas de piedra a bajo costo. En España la piedra natural es una industria pujante, el 80% de toda la maquinaria extractiva y de las técnicas de corte (cuñas, barrenadoras, sopletes e hilo diamantado) de roca ornamental está renovada en los últimos cinco años. Al mismo tiempo, han ido desapareciendo los oficios de canteros y mamposteros artesanos tradicionales y el tratamiento artístico de la piedra en construcción. Indudablemente, cualquier losa o tablero de marquetería lapidaria contiene el diseño del azulejo y la calidad de la piedra por lo que, con toda lógica, supera a ambos en su aceptación comercial.

### **Aspectos socio-económicos de la marquetería lapidaria**

En el precio del metro cuadrado de marquetería lapidaria pueden influir los siguientes parámetros:

- (a) La aparición del cañón hidráulico, hilos diamantados y cañones láser con excelentes prestaciones en recortes de curvas. La mejora en las puntas de fresas (abaratamiento de diamantes, borazonos, carborundos y carburos de tungsteno electro-revestidos).
- (b) Las recientes mejoras en la automatización del control numérico computerizado con ploters reforzados para asistir a estas técnicas de corte de rocas.
- (c) La disminución del tamaño del “Bloque Mínimo Explotable” con cementación de pequeñas piedras. Esta nueva técnica, además, permite utilizar yacimientos españoles de piedras de color intenso, ahora abandonados.
- (d) La posibilidad de simbiosis de esta técnica con algunos talleres lapidarios actuales utilizando parte de sus máquinas y materiales y aprovechando el subproducto de los recortes, que actualmente se desechan.
- (e) La gran creatividad y vistosidad del diseño artístico en marquetería de piedra suele entusiasmar a los artesanos.
- (f) La marquetería lapidaria se puede trabajar manualmente a canto vivo de disco de diamante. Se puede diseñar una cortadora de diamante de bajo costo para trabajo manual y crear puestos de trabajo en zonas deprimidas. En este esquema artesanal,

habría que reservar para el colectivo o cooperativa, la maquinaria más pesada, como la producción masiva de placas de medio centímetro para fondos, el pulido general industrial de los tableros, algunas acciones comerciales unificadas, las tiendas de productos de lapidación, etc..., dejando para los individuos las tareas más lentas, laboriosas, delicadas y creativas.

- (g) En USA, la lapidación de piedras semipreciosas es un hobby tan extendido y aplaudido como las tiendas de bricolage de maderas en Europa. Cualquier iniciativa de marquería lapidaria podría tener un perfecto complemento en algunos comercios de las grandes capitales europeas.
- (h) Los sectores comerciales más interesados en productos de marquería lapidaria, podrían ser fabricantes de muebles de interior, terraza y jardín. Fabricantes de placas de piedra para solados y alicatados de muy alta calidad, tiendas de heráldica, grandes almacenes, decoradores, arquitectos y constructores. Existen muchos otros factores que afectan al precio final del producto, como las características de la fabricación, infraestructuras disponibles, suministro de piedras, etc..

## ANTECEDENTES SOBRE MOSAICOS SECTILE DE PIEDRAS DURAS

Durante la invasión Napoleónica de Madrid, en 1812 se produjo la destrucción, incendio y saqueo de las instalaciones reales del Palacio del Buen Retiro por parte de tropas inglesas para impedir que las cercanas tropas napoleónicas ocuparan el recinto que también albergaba armas y víveres. El pueblo de Madrid tampoco se opuso porque siempre había recelado de la opulencia del interior del recinto mientras que en el exterior pasaban hambre. Desgraciadamente, estos sucesos acarrearón la pérdida de los archivos del Real Laboratorio de Mosaico, por que hemos tenido que acudir a observaciones indirectas y periféricas para ampliar conocimientos sobre el mismo. Por ejemplo, las propias manufacturas reales de 24 mesas de piedras de colores y de mármoles expuestas en el Museo del Prado (Figura 1), las 5 del Museo Nacional de Ciencias Naturales (Figura 2), 1 del Museo Arqueológico, 2 de Artes Decorativas (Figura 3) 1 del Museo Naval y varias más en los Palacios Reales (Madrid, Aranjuez, Riofrío, Granja, Escorial); los restos de productos lapidarios guardados en las colecciones del Museo Nacional de Ciencias Naturales; el estudio de un molino de corte hidráulico de mármoles situado solo a unos 25 kilómetros del Retiro; en el valle del



FIGURA 1. Mesa-consola en el Museo del Prado. Manufactura del Real Laboratorio de Mosaico de Madrid.



FIGURA 2. Tarjeta de Navidad del Museo Nacional de Ciencias Naturales. Copia exacta de una mesa del propio museo.



FIGURA 3. Muestrario de piedras duras florentinas. Museo de Artes Decorativas de Madrid.



FIGURA 4. Presa del Valle del Gasco de Madrid paralizada su construcción en 1785.

Gasco (Madrid) (Figura 4). Sin embargo, sí que existe un capítulo XI sobre el “Laboratorio de piedras duras y mosaico” dentro del libro *Artes é Industrias del Buen Retiro* de Manuel Pérez-Villamil (1904) que pudimos estudiar en el Museo Arqueológico Nacional y que nos ha proporcionado una excelente información. Por ejemplo:

### Orígenes del mosaico sectile florentino

En el cultivo que lograron las artes suntuarias en el siglo XVIII, especialmente las de objetos pequeños y graciosos, propios para decorar los lindos muebles de aquella época, no podía faltar el arte de grabar y esculpir las piedras duras, ora en forma de relieves y camefeos, para acompañar a los suntuosos muebles y trajes, ora en la composición de mosaicos, para servir de tableros a las jardineras de bronce que enriquecían las salas de los reyes y los próceres. Este arte, que en manos de los griegos había llegado a tan alta delicadeza y perfección, que los romanos habían conservado como trofeo de sus conquistas en Oriente, y que parecía haberse refugiado, para librarse de los bárbaros, entre los muros y los mares de Constantinopla, renace en Italia en el siglo XV, con el reflujó de la cultura romano-bizantina, que devuelve al Occidente, acrecentada con las tradicionales orientales, el imperio griego, deshecho por los turcos. Los grabadores y lapidarios bizantinos llegados fugitivos a las costas de Italia, impulsaron a los propios artistas italianos compitiendo con las mejores manufacturas de la antigüedad. Los Médicis, aficionadísimos a los camefeos antiguos, no tardaron en formar la Escuela de piedras duras en Florencia, en la cual sobresalió, Juan el de las Cornalinas, cuyas obras, imitando los camefeos antiguos, despertaron vivo estímulo a su numerosa descendencia. Aunque la obra más delicada y más difícil del arte lapidario siempre fueron los camefeos y relieves, la más usual en la Corte de los Médicis, y que luego respondió mejor al desarrollo de las artes suntuarias en el siglo XVIII, fue la del mosaico; ambas producciones constituyeron en Florencia un instituto que debía dar el modelo y el nombre al creado en España en tiempo de Carlos III: “Laboratorio de piedras duras y mosaico”, y sin otra variante que añadirle el título de “Real”, se organizó el laboratorio español en 1763 formando parte de la Fábrica de la China del Buen Retiro de Madrid y corriendo destinos paralelos (Figura 5). En escasos documentos que hemos compulsado, relativos a este Laboratorio, mezclados y confundidos con los de la Fábrica de la China del Buen Retiro, suele invertirse con frecuencia el título; y mientras en unos aparece como Real



FIGURA 5. Óleo del Palacio del Buen Retiro en el Museo del Prado.

masa, o a la variedad, viveza y hermosura de sus colores, unen, por su finura y cohesión, la propiedad de poder ser talladas y pulimentadas.

### Mosaicos Vermiculatum y Sectile.

Pérez-Villamil (1904) analiza los antecedentes del término mosaico apuntando que la noticia más antigua que hallamos del mosaico es la que nos da la Sagrada Escritura en el libro de Esther, donde, describiendo las magnificencias del Palacio de Asuero, Rey de Persia, dice que había una sala, cuyo pavimento estaba adornado con mármoles y piedras de color de esmeralda, y añade el texto que el mosaico asemejaba una admirable variedad de pinturas, de donde se deduce que el mosaico, en su origen, no era una taracea, sino una especie de pintura. Los griegos y después los romanos, denominaron mosaico a cierta variedad, que consistía en pintar pequeños trozos de piedras o de pasta, cortados bajo formas geométricas regulares, formando así pavimentos de muy graciosa disposición y aspecto, llamados tessellatum; pero el verdadero mosaico es el que representa figuras naturales o caprichosas, asemejándose a la pintura. Es una especie de pintura formada por la reunión de pequeños trozos de materias duras o endurecidas, coloridos, natural o artificialmente, y fijados sobre una superficie con la ayuda de un cemento. Los antiguos conocieron dos clases de mosaico, el vermiculatum (vermis=gusano) compuesto de piezas muy pequeñas que permitía representar con todos sus matices los objetos, formando composiciones muy complicadas, verdaderos cuadros; y el sectile formado con placas de mármol serradas en hojas muy delgadas y talladas, siguiendo los dibujos que se querían copiar, y por lo regular se embutían o incrustaban en mármol de un color diferente, pudiendo producir por medio de los colores de los mármoles, paisajes y figuras no exentas de fidelidad y de belleza, aunque sin llegar a la perfección del vermiculatum. Estas dos formas de mosaico se conservaron en la Edad Media en aquel refugio de las artes durante las invasiones de los bárbaros en Europa, en Constantinopla. La iglesia de Santa Sofía, levantada por Justiniano, es un espléndido monumento de esta

Laboratorio de piedras duras y mosaico de S.M., en otros, tal vez en los más, se antepone el mosaico a las piedras duras porque este fue el principal destino de la manufactura. Pérez-Villamil describe los duras que son las piedras mencionando incluso algunos términos de la escala de Mohs (2=alabastro, 3=mármol, 7=cornalina, 9=corindon, 10=diamante). Acaba definiendo las piedras duras como las que a la diafanidad o pureza de su



FIGURA 6. Teselas de mármoles y vidrios de color. Villa Materno. Carranque (Toledo).

industria artística. Al llegar al siglo XI, las artes volvieron a recobrar en Italia el prestigio que habían perdido al desmoronarse el Imperio romano, y el mosaico, volvió a cultivarse en Occidente, si bien un tanto modificado por las influencias del arte bizantino. No obstante subsisten las dos clases de mosaicos (*vermiculatum* y *sectile*), según el historiador León de Ostia, Didier, el abad de Monte Casino, trajo de Constantinopla artistas en arte musaria para revestir el ábside, el gran arco y el vestíbulo de la Basílica, y en *ars quadrattaria* para cubrir el pavimento con mármoles de diversos colores (Figura 6).

De estas dos clases de mosaico se formaron posteriormente dos escuelas y dos centros de producción: el romano y el florentino. El romano llegó, bajo los pontificados de Paulo V, Urbano VIII y Clemente XI, a un grado de perfección admirable. Provenzale, su discípulo Calandra y últimamente Cristofori, fueron los creadores del estilo, que, por su perfección, mereció llamarse mosaico al óleo. Provenzale ejecutó un retrato de Paulo V, en cuya cara se agruparon 700.000 piezas. Cristofori fundó la Escuela del Mosaico del Vaticano, y empezó a sustituir los cuadros al óleo de sus altares con tableros de mosaico inalterables por la

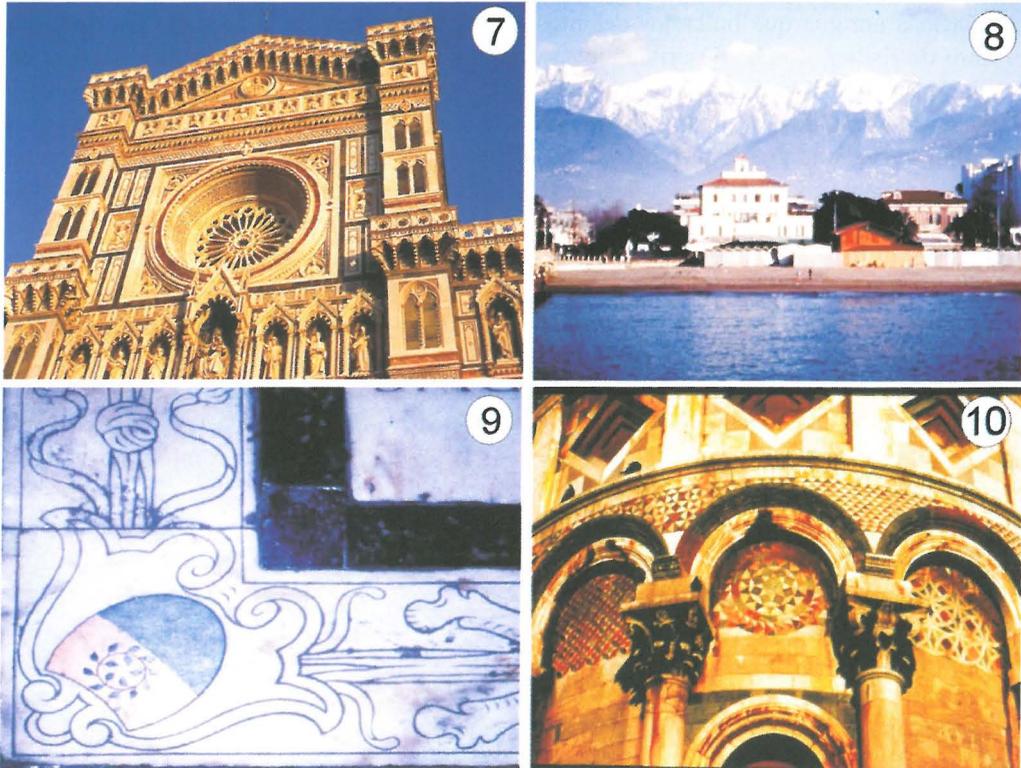


FIGURA 7. *Catedral de Florencia, mármoles de colores y serpentinas.*

FIGURA 8. *Puerto de La Massa junto a Carrara principal puerto comercial de roca ornamental del Mundo.*

FIGURA 9. *Detalle de una tumba de la catedral de Siena. Se aprecia como grababan el mármol de Carrara antes de engastar piedras duras.*

FIGURA 10. *Torre de Piza. Obsérvese mosaicos con serpentinas y mármoles de colores.*

humedad. El mosaico florentino, o también llamado mosaico de mármol, tuvo origen en la segunda mitad del siglo XVI con motivo del descubrimiento de canteras de mármoles cerca de Florencia (Figuras 7, 8, 9 y 10).

Bajo la protección de Cosme I se creó el Laboratorio que sirvió de modelo al nuestro, y Francisco I, a principios del siglo XVII y Francisco II a fines del XVIII llevaron el arte a su más alta perfección. Los mausoleos de los Médicis, en la iglesia de San Lorenzo, son el monumento princeps de esta manufactura (Figura 11). También en su tiempo, se hicieron las sorprendentes mesas que hoy se conservan en los Oficios y en el Palacio Pitti; el tablero de la sala de Baroccio, ocupó sin interrupción 25 años a 22 operarios siendo una obra magnífica, no solo por su coste, sino por su rara perfección.

### Artes lapidarias en España anteriores al siglo XVIII

Sin lugar a dudas los romanos fueron los primeros o mejores maestros lapidarios que podemos utilizar como punto de partida para las artes lapidarias en Iberia. Ellos tallaron el granito del acueducto de Segovia o las columnas de mármol blanco del teatro de Mérida. Dentro de los mosaicos romanos de las villas romanas de todo el imperio en Túnez, Turquía, Italia, Egipto o España, podemos fácilmente encontrar la piedra caliza brocatel (Figura 12), que ellos extraían de sus canteras de Tortosa (Tarragona), así como de otros muchos puntos del imperio, como la pavonazzetto de Turquía, la Chemtou de Túnez, o el porfiro rosso antico (Figura 13), que se pudo encontrar en las excavaciones de Carranque (Toledo) y que corresponde con un pórfido granítico alterado de color rojo procedente de las canteras imperiales de Egipto de uso exclusivo del emperador. Posteriormente se utilizó mucho como tableros soporte de mosaicos del museo dell'Opificio de Florencia. La piedra brocatel también se siguió utilizando en Iberia en muchas iglesias en siglos posteriores donde continuó una rica historia de la industria lapidaria, sobre todo desde el siglo XVI, cuando llegaron las modas decorativas italianas. En el siglo XVII no hubo catedral en España que no se engalanase con algún retablo de mármoles o con alguna portada monumental, o con alguna capilla o sacristía revestida de piedras pulimentadas, al estilo de los monumentos de las basílicas italianas. Solo citar las obras del Escorial, el Transparente de Toledo, Nuestra Señora de la Mayor de Sigüenza, San Julián, de Cuenca y Granada, descollando las del templo y sacristía de la Cartuja.

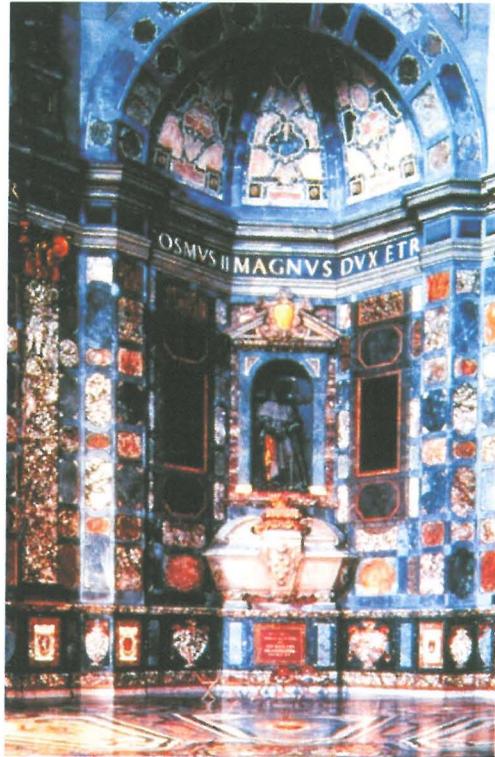


FIGURA 11. Panteón funerario de los Medicis de Florencia. Todo es puro mosaico sectile.



FIGURA 12. *Piedra romana Brocatel de Tortosa.*



FIGURA 13. *Porfiro-Rosso Antico de las Canteras Imperiales romanas de Egipto de uso exclusivo de los emperadores.*

### Historia sobre el Real Laboratorio de Mosaicos y Piedras Duras del Buen Retiro (1763-1812)

Antes de que Carlos III viniera a Madrid desde Nápoles, su hermano Fernando VI había enviado a estudiar a París, en 1794, a tres jóvenes aventajados de la Academia de San Fernando, yendo uno de ellos, D. Alonso Cruzado, destinado a la elaboración y grabado de piedras duras. Entronizado Carlos III, no tuvo que crear una manufactura nueva, sino dotarla de profesores acreditados y reglamentarla conforme a los diversos ramos que comprendían a la sazón los talleres de Italia. Por eso, en un memorial, dirigido a Carlos IV por Lorenzo Pogeti, hijo de D. Francisco, el primer director, alegando sus méritos, decía en 1799 que llevaba treinta y ocho años de trabajar en piedras duras, y añadía: “este Establecimiento es



FIGURA 14. *Monasterio San Giovanni e Paolo Venecia (1660).*



FIGURA 15. *Mosaico florentino con efecto traspantojo de relieve. Florencia .*

anterior al edificio de la Real Fábrica de la China”. Desde un principio el Real Laboratorio tuvo dos secciones: (1) obras de relieve y camafeos al mando de D. Francisco Pogeti, florentino y (2) mosaicos y tableros de mármol dirigida por D. Domingo Stequi, romano (Figuras 14 y 15). Vinieron oficiales para ambas secciones, clasificándose los de mosaico en dos clases: embutidores y aserradores; y los de grabado, que eran menos, en grabadores en hueco y en relieve. Por Real orden de 6 de Diciembre de 1762 dispuso el Rey que regresaran a Madrid los jóvenes pensionados por su augusto hermano para enseñar aquí su profesión y empeñarse en su real servicio. Según hemos visto en la referencia de Pogeti, El Real Laboratorio empezó sus trabajos en 1761, pero no llegó a estar completamente organizado hasta mediados de 1763. En estos dos años, debieron emplearse los maestros, no en producir obras, sino discípulos, pues al formarse la primera nómina de artistas del Real Laboratorio, se cita a D. Juan Rodríguez como discípulo de Cruzado, discípulo, por cierto, que honró a su maestro, llegando a ser uno de los más hábiles grabadores en piedras duras que tuvo el Real Instituto. Terminado el edificio de la Fábrica de la China, se instalaron en él, aunque con independencia de los locales destinados a la porcelana, los talleres de grabado y mosaico, y algunos años más tarde se estableció en el primer molino del canal de Manzanares una Casa de máquinas de sierra para el corte de hojas de mármol destinadas a recibir el mosaico o a ser labradas y bruñidas para las grandes y hermosas jardineras de los Palacios Reales. En este tiempo se trabajaba en el nuevo palacio de Madrid para reemplazar al incendiado en 1734 y había necesidad de producir grandes piezas, esto contribuyó a fomentar el ramo de mosaico o marmoraria con preferencia al de grabado, llegando un tiempo en que este llegó a cesar por completo, y sus profesores se vieron en el duro trance de aplicarse al ramo de embutidos o buscar protección de los próceres amantes de las artes. Con fecha 9 de enero de 1792, el Conde de Floridablanca pasó un oficio a D. Diego Gordoqui, secretario del Rey, pidiendo que se ayudase con algún auxilio a D. Juan Rodríguez, discípulo de Cruzado, de cuya habilidad, decía, tengo repetidas y primorosas pruebas. Algunos años después, Torrijos decía: “No me atrevo a proponer el restablecimiento del obrador de relieves y camafeos, pero debo decir que lo tengo por útil, ya que esta manufactura es de las que ignora la nación; que cuando S.M. necesita camafeos le es costosísimos el comprarlos..., y que se debe fomentar..., y admitir de oficial mayor a D. Felipe Libert, romano, de conocida utilidad en este ramo”. No obstante la buena intención del Intendente, el obrador no se restableció, y, aunque nunca faltaron grabadores, el ramo más cultivado fue el de las obras de mármol, y entre ellas, como las más artísticas y decorativas, las de embutidos y mosaicos. Las sierras del Molino del Canal en el río Manzanares no debieron emplearse sino en trabajos de desbaste pues en la Fábrica había otro taller de sierras, dotado con numeroso personal facultativo, en las cuales se hacían los trabajos finos como el recorte de las piezas que entraban en la composición de los mosaicos. En 1800, un memorial del Director, se lamenta de la decadencia del Laboratorio, de la falta de recursos, dice que la máquina de aserrar piedras, que existe en el Primer Molino del Canal, se halla casi inservible, y sin embargo, por este tiempo los trabajos de mosaico se hallaban en su mas alto grado de perfección. En 1806 se trató de arrendar el Molino aunque en aquella época funcionaba el Real Laboratorio con 14 oficiales aserradores, según consta en las nóminas. También dice el Intendente, en otra comunicación de 1805, que “los aserradores se imposibilitan muy pronto, por ser trabajo muy violento”. De donde parece deducirse que estos trabajos de sierra se hacían a mano empleándose la máquina del molino para

los grandes bloques, cuyo empleo se fue restringiendo, a medida que los Palacios Reales se vieron henchidos de piezas decorativas. En las nóminas de los artífices que trabajaron en el Real Laboratorio, se observa que, en 1794, solamente figuran dos aserradores, un engastador de cajas y dos profesores de piedras duras; mientras que en 1784 aparecen: un director, veintitantos oficiales de mosaico y doce o catorce aserradores, prueba bien clara de que a las obras de grabado y relieve con que comenzó el Instituto, sucedieron luego las de mosaico, hasta absorber toda la actividad del numeroso personal del Laboratorio. Los mosaicos alcanzaron tanta importancia en el Real Laboratorio, que, con disculpable arrogancia hablando de ellos, decía el último Director “que no había otros mejores en Europa ni en parte alguna”. Como estas obras nunca se pusieron a la venta, pues todas se hicieron para el Real Servicio, según decía Torrijos en una comunicación de 1802. Existen muchas manufacturas que tienen el sello indudable del Real Laboratorio de Mosaico y Piedras duras del Buen Retiro, como son las mesas de los museos Naval, Artes Decorativas, Palacio Real, Museo Nacional de Ciencias Naturales, Palacio de Aranjuez.

El Museo del Prado tiene doce mesas, que son doce joyas, del Real Laboratorio que acreditan la perfección que alcanzó el Real Instituto en los últimos años del siglo XVIII (Figura 16). En las llamadas mesas revueltas, con varias herramientas y estampas, representando un muelle cargado de mercancías, se leen los siguientes epígrafes: “A los maestros directores del Real Laboratorio de mosaico en piedras duras de S.M., D. Domingo Stequí y D. Francisco Pogeti”, y en otra parte: “Se empezó el 10 de Enero de 1779 y se remató el 30 de Noviembre de 1780”. Estos datos correspondientes a los Artífices Lapidarios del Real Laboratorio están elaborados a partir de nóminas y con escasa documentación, ya que los archivos también fueron quemados en 1812 por los ingleses. Desaparecidos los útiles de trabajo, ahora se plantean algunas dudas sobre la metodología de trabajo, los abrasivos, cementos, enfermedades profesionales, etc., pero, existen los laboratorios florentinos de referencia, el taller de corte de mármol con rueda hidráulica de El Valle del Gasco (Madrid), algunos datos como denominaciones de oficios muy significativas (tiradores de cuerda, embutidores, aserradores, etc.). En 1764 el personal del Laboratorio se componía de pocos individuos: no pasaban de cinco; en 1784 estaba formado por dos maestros directores, dos oficiales embutidores de primera clase, tres de segunda y dos de tercera, tres oficiales de grabado y nueve aserradores: en total 21 operarios. En las nóminas de 1808 aparecen un maestro director, 15 oficiales de mosaico, 14 aserradores y cinco aprendices, alcanzando la suma de 35 operarios. D. Francisco Pogeti llegó a España en 1760, traía dos hijos, Lorenzo

y Luis, de once y nueve años de edad respectivamente. Educó al primero en el grabado de relieves y camafeos, y al segundo en la obra del mosaico: ambos salieron excelentes artistas. Luis Pogeti siguió de Director hasta la clausura del Instituto en 1808. Expulsado de la Fábrica por los franceses, logró retirar cinco cuadros de mosaico, de los cuales el mayor representaba la Vista de Bermeo y los otros eran dos ovalados y dos circulares. Con ellos pudo llegar a Alicante, desde donde se embarcó, en Febrero de 1811, para Cádiz,



FIGURA 16. Mesa vendida por Eduardo Malet casi igual a una mesa del Museo del Prado.

residencia del Consejo de la Regencia del Reino. En la instancia que presentó al Consejo, ponderando sus servicios y ofreciéndole los cuadros, decía que el mayor valía 1.200.000 reales y los otros 400.000 y que todos habían sido ejecutados bajo su dirección y con su concurso en la Fábrica de la China. El Consejo le nombró depositario de estos valiosos objetos y le gratificó con 1.500 reales de ayuda de costa, pero pocos meses después, en 21 de Junio de 1811, mandaba a Pogeti entregar, inmediatamente, en la Secretaría de Hacienda los cinco cuadros. El depositario presentó cuatro, y dijo que el quinto lo había entregado al comerciante D. Manuel Llera, en garantía de un préstamo de 8.000 reales. La Regencia dio traslado del asunto al Juez del Crimen para que procediese contra Pogeti, por haber dispuesto de una alhaja de la Corona, y el cuadro, que era la Vista de Bermeo, fue restituido al Gobierno. El cual, en atención a las circunstancias, sacó los cinco a la venta pública; pero no debió haber licitador, cuando volvieron a Madrid al regreso del Rey, y figuran hoy entre las colecciones del Museo del Prado. Cripa, Carrandi, Fortun, Zubillaga, González y Noferi fueron excelentes oficiales de mosaico, en la época en que este arte llegó a su mayor perfección y delicadeza. La devastadora guerra napoleónica acabó con este Instituto, como acabó con la fábrica de la China a la que estaba unido. Los operarios se dispersaron y no encontrando talleres nuevos donde ejercer su profesión, emigraron unos, y descendieron a otros oficios más modestos y lucrativos.

## ANÁLISIS DE TESELAS DE MOSAICOS SECTILE

Se han analizado 22 muestras de piedras típicas de las manufacturas históricas de los mosaicos florentinos. Se trata de diferentes tipos de diatomitas, radiolaritas, mármoles, jaspes, calcedonias, leucitas, y tefritas. Las muestras fueron recogidas de una caja de madera sin rotulación encontrada en los sótanos del Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid, muy probablemente esta caja era una de las noventa y nueve cajas de restos de piedras de los lapidarios históricos que fueron encargadas traer en 1769 del museo dell'Opificio de Florencia por el Rey Carlos III. La mesa que se estudió con más detalle para comparar, fue una mesa de medallones ornamentados con cuatro leones de bronce de la galería central del Museo del Prado (Figura 17). Las piedras están embutidas en mármoles italianos clásicos (negro, blanco y amarillo). También hemos analizado una pequeña cantidad de mármoles y lamas de hierro recogidas en el molino de corte hidráulico de mármoles de El Gasco (Madrid). Se revisaron bastantes mosaicos modernos y antiguos de Madrid, Brasil, Italia e India.

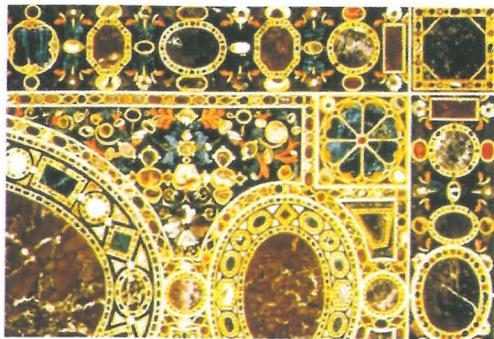


FIGURA 17. Mesa florentina estudiada en la galería central del Museo del Prado. las patas son leones de bronce.

## Correlación experimental de restos lapidarios históricos con piedras embutidas en las mesas del Museo del Prado

La selección de muestras para analizar por difracción de rayos X y microscopía fue realizada por comparación visual directa en base a sus características organolépticas y morfológicas como texturas, colores e inclusiones entre las muestras del Museo Nacional de Ciencias Naturales y las teselas observadas a la lupa en la mesa de los leones del Museo del Prado. La composición mineralógica cuantitativa de las muestras es: (a) rocas carbonatadas: muestra P9 - calcita 100%; muestra P4 - calcita 78%, dolomita 22%; muestra P6 - calcita 100%; muestra P8 - calcita 99% cuarzo 1%. (b) Serpentina: muestra P5 - Antigorita 97% clorita 3%; muestra P3 - penninita 100%; muestra P10 - antigorita 100%; muestra P12, antigorita 100%. (c) rocas volcánicas de Nápoles y Sicilia (leucita tefrita, lavas) (Figura 18): muestra P7 - Leucita 63%, augita 37%. (d) rocas del grupo de la sílice como diatomita, radiolarita, venas de jaspes hidrotermales (Figura 19) y amatistas: muestras P1, P2, P11, P13 y P14 son 100% cuarzo. (e) muestra P15 - variscita 100%; muestra P16 - olivino 100%; muestra P17 - malaquita 100%, (f) grandes cantidades de lapislázuli de Afganistán. La mesa joyera de los leones de la galería central de Museo del Prado muestra los siguientes datos importantes: (1) Contiene variscita de Palazuelo de las Cuevas (Zamora), (2) También contiene malaquita, que no fue utilizada en Florencia hasta que vino de los Urales en el siglo XVIII o podría ser de Pardos (Guadalajara). La principal proporción de muestras embutidas de piedras duras son diatomitas y radiolaritas italianas (datos de DRX y lámina delgada). Los restos de lapidarios son muestras homogéneas de colores marrones-verdes. (muestra P1) con fósiles de diatomitas cementados con óxidos de hierro (goethita) con un posible origen hidrotermal. La muestra P13 bajo el microscopio de polarización muestra fósiles de radiolaritas y texturas de micropliegues (Figura 20). Italia es muy litotectos de foraminíferos tales como la formación de trípolis de Capodarso (Sicilia) (Suc et al., 1995); los sedimentos radiolaríticos de la cuenca de Umbria-Marche (Apeninos in la Italia Central) (Bartolini et al., 1996); Triásico medio de la formación Montefacito de radiolarites (Sur de Italia) Dewever et al., (1990) o las formaciones biogénicas de sílices Monte Alpe, suroeste de la Toscana (Chiari et al., 1997). La textura de micropliegues de la muestra P13 indica plegamientos tectónicos y metamorfismo (Apeninos) y el cemento hidrotermal de la muestra P1 puede estar asociado con las formaciones volcánicas del sur de Italia. Estos depósitos opalinos pueden ser muy extensos; las secuencias de diatomeas alcanzan espesores de centenares de metros. Una primera observación a la mesa de los leones de bronce del Museo del Prado muestra que en el proceso de embutición se utilizó un número relativamente bajo de diferentes tipos de muestras frente al elevado número de teselas que contiene (unas 8.000 teselas). Asimismo, un detallado estudio bajo la lupa y fibra óptica de iluminación muestra un bajo número de especies mineralógicas: (1) Minerales del grupo de la sílice incluyendo las especies biogénicas antes descritas (radiolaritas, diatomeas) que conforman las grandes piezas centrales embutidas en la mesa de los leones. Se puede apreciar amatista, crisoprasa, jaspes, sílex, heliotropos, ágatas, prasiolitas, cornalinas, procedentes de muy diferentes yacimientos. Se ha podido establecer una buena correlación organoléptica perfecta entre tres diferentes muestras de radiolaritas en mesas del Museo del Prado y en los recortes de lapidarios de la reserva del Museo Nacional de Ciencias Naturales. (2) Amazonita; (3) Olivino, probablemente de Zebirget, Egipto; (4) granates hessonita y almandino; (5) Lapislázuli de Afganistán; (6)

Esmeralda de Colombia; (7) Diferentes variedades de serpentinas, como de skarn, de rocas ultrabásicas, crómicas, con puntos rojos, etc.; (8) vidrios artificiales coloreados por detrás; (9) coral rojo Mediterraneo, (10) probable malaquita procedente de Pardos (Guadalajara) o de los Urales (Rusia), con fechas contradictorias respecto a la fecha ejecución de la mesa (siglo XVI) que consta en el inventario del Museo del Prado, puesto que las apariciones mineras de malaquita en estos yacimientos son posteriores; (11) variscita muy probable de Palazuelos de las Cuevas (Zamora) (Figura 21), que podría mostrar las estrechas relaciones entre los lapidarios de España e Italia en aquellos tiempos, porque se trata de un ejemplar muy raro y con un característico color (0.4% de cromo) que es muy difícil que haya sido extraído en Italia donde se manufacturó el mosaico. Los mármoles de la mesa de los leones o mesa joyera son claramente italianos (nero antico, bianco Carrara). Los bloques de mármoles fueron ajustados de la forma siguiente: fase (1) se vacía un gran monobloque de mármol blanco de Carrara dejando un hueco en su interior, algo así como el cerco de un

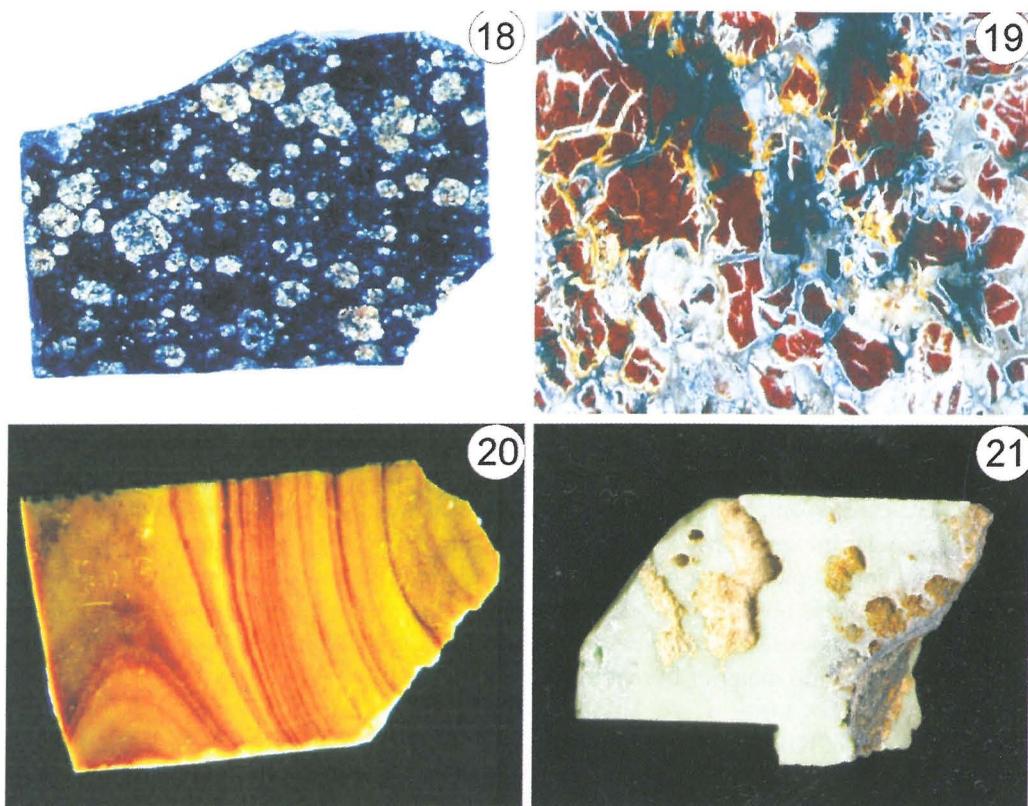


FIGURA 18. *Tefrita leucítica del Monte Somma junto a Nápoles muestras específicas muy utilizadas en manufactura florentina.*

FIGURA 19. *Jaspe de la Isla de Elba utilizado en las mesas del Museo del Prado.*

FIGURA 20. *Diatomita de la Toscana utilizada en los centros de medallones de las mesas del Museo del Prado.*

FIGURA 21. *Variscita de Palazuelos de las Cuevas (Zamora).*

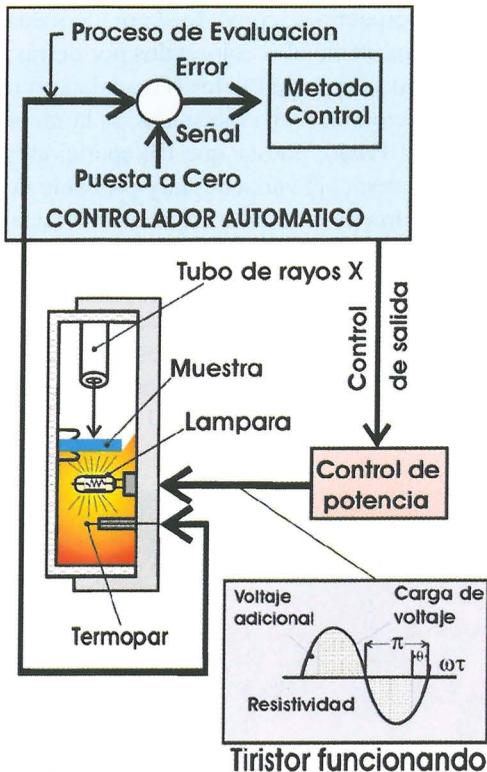


FIGURA 22. Croquis de un sistema de solarización de muestras in-situ dentro de una cámara de DRX.

tienen experiencia y sobre todo piedras del imperio romano (Túnez, Italia, Gracia, Turquía, España, etc.) para reemplazar pérdidas utilizando exactamente los mismos tipos de piedras. Sin embargo, las mesas del Museo del Prado han sido pésimamente restauradas con rellenos de yeso pintados y piedras de baja calidad. Por ejemplo flores de varios pétalos y teselas han sido reemplazadas por una sola tesela, también se han reemplazado lapislázulis por jaspe florentino rojo (muestra P2) todo esto apunta hacia la realización de malas restauraciones en Madrid utilizando material florentino.

## ESTUDIO DESCRIPTIVO DE UN TALLER HISTÓRICO DE CORTE DE ROCA ORNAMENTAL POR FUERZA HIDRÁULICA FLUVIAL EN EL VALLE DEL GASCO DE MADRID

En el Valle del Gasco, el río Guadarrama describe un doble recodo-meandro definiendo una plataforma natural perfecta para emplazamiento de azud y aceña (azud: presa hecha en los ríos a fin de tomar agua para regar u otros usos; aceña: rueda hidráulica en el cauce de un río). La serrería de mármoles, o Molino de Juan Mingo, está muy escasamente

cuadro sin juntas, de una sola pieza, (2) se recorta al tamaño del hueco, se encaja y se pega un segundo bloque de mármol de otro color, por ejemplo nero antico, y se repite el proceso haciendo un hueco rectangular en su interior, (3) se encaja un tercer bloque, por ejemplo de color rojo, y así sucesivamente hasta ajustar algún bonito motivo central con piedras duras fuertemente coloreadas. Las piedras están cementadas con morteros inorgánicos observables en los agujeros que existen por haberse robado-arrancado teselas, fundamentalmente, lapislázuli, de acuerdo con la simetría, también muestran rayaduras y malas restauraciones con jaspes blancos y rojos de tipo P2, idénticos a los restos de los productos lapidarios del Museo Nacional de Ciencias Naturales, por lo que se podría pensar alguna autoría para los antiguos restauradores. Otro detalle importante es el perfecto estado de conservación y de no solarización de las variscitas presentes en la mesa lo que demuestra las excelentes condiciones de preservación de esta sala del Museo del Prado (Figuras 21 y 22). Racionalmente, los trabajos de restauración de estas mesas de mosaico florentino deberían de hacerse en algún taller florentino de prestigio porque

descrita en la bibliografía, muy bien conservada, oculta por la vegetación y dispone de los siguientes elementos:

### Azud

Retiene perfectamente el agua, aunque la presa de cierre tiene alguna piedra caída y varios árboles encima, prueba de ello es que el agua entra varios metros en el canal de suministro de la aceña.

### Canal de acometida

Se conserva perfectamente disponiendo de válvula de entrada, válvula reguladora intermedia y mampostería de granito-cal. Está parcialmente oculto por un cono de deyección de arena y por vegetación.

### Pozo de la aceña

De unos 3 metros de profundidad pudiendo haber alojado una rueda hidráulica de 7 metros de diámetro. Tiene escalera lateral de acceso para limpieza del fondo del pozo, perfecta sillería en la embocadura del túnel de salida y el desnivel de entrada de agua a la rueda. Está parcialmente relleno de piedras caídas y vegetación. La salida de aguas hacia el río Guadarrama tiene lugar por debajo un perfecto arco de sillería granítica, aunque ahora está parcialmente taponado por sedimentos fluviales, desplomes de piedras en el fondo del pozo y un murete de mampostería posterior que debieron construir para habilitar el hueco como refugio (Figura 23).

### Nave de serrado

Tiene una planta de 22x15 m., conserva bloques de mármol traídos de lejos porque el entorno es granítico, y restos de un muelle para descargar los bloques de las carretas. Los trozos de lamas de hierro muestreadas en las escombreras de recortes indican que las sierras eran de vaivén, con bastidor, ejes y engranajes de hierro y madera. El abrasivo debió ser la propia arena de cuarzo del río, de acuerdo con el análisis de las estrías de corte conservadas en los mármoles. En la parte sur de la nave existe un patio interior con un túnel de desagüe al río, de sección rectangular (0.5x1 m), donde estaba alojado el eje de la aceña y la maquinaria. Los muros perimetrales de granito de mampostería y dinteles monolíticos

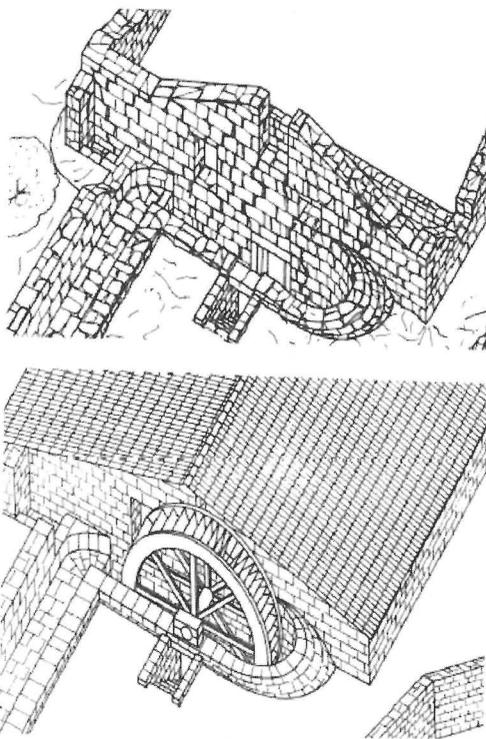


FIGURA 23. Molino de Juan Mingo. Esquemas actual y reconstruido.

de la nave de serrado se conservan bien, sin embargo el techo está desplomado (Figuras 24, 25 y 26).

### **Chamizos exteriores**

Como anexos exteriores a la nave de serrado se pueden citar un patio estilo inglés hacia el noroeste y unos talleres de picado de piedra sobre una superficie horizontal delimitada por muros de contención en el río, aun quedan restos de postes de sujeción de techumbres de vegetación.

### **Estribos del puente del Molino sobre el río Guadarrama**

El estribo norte está perfectamente delimitado con grandes bloques de sillería de mármol y granito terminando bruscamente en un cortado vertical hacia el cauce del río.

### **Escombreras**

La terraza exterior dispone de una prolongación hacia el río situada en un nivel más bajo con abundantes restos de mármoles cortados (rojos, grises, blancos, etc.) y piezas de hierro (laminas de corte, clavos, tornillos, rodamientos, etc.) que indican, que allí se cortaron mármoles en diferentes períodos y de diferentes procedencias. Inicialmente, pudo haber sido construido para cortar los mármoles de El Escorial hacia 1570, pero debió funcionar hasta el siglo pasado, a juzgar por algunos parches de cemento y modificaciones recientes. Cualquier sencilla acción futura de conservación debería limpiar de arena y vegetación el canal de acceso para dejar pasar el agua de nuevo; habría que vaciar de piedras el pozo de la aceña y finalmente, habría que instalar un puente de troncos pequeños sobre el río Guadarrama utilizando los estribos preexistentes de bloques de mármol y granito (Figura 27).

## **RESULTADOS EXPERIMENTALES UTILIZANDO MODERNAS TÉCNICAS DE MANUFACTURA DE MARQUETERÍA LAPIDARIA**

El corte manual permite giros agudos, tiene mayor sensibilidad para piedras frágiles y ofrece un aspecto irregular característico de aspecto artesanal (Figura 28). El cañón hidráulico ofrece las prestaciones de la informática. Es decir, grabado de imágenes, repetición automática de diseños, perfección de corte en curvas, acceso a curvas cóncavas y cerradas, recogida de imágenes automática. Los productos finales artesanales son irregulares, únicos y costosos. Los productos industriales son perfectos, repetidos, homogéneos y baratos. En la opción manual, un mejor ajuste tesela-tesela exige mayor esfuerzo de concentración y precisión, pero permite jugar con la estética de los desajustes. Así, el grado de desajuste opcional es muy conveniente para destacar la geometría de una tesela dentro de otras del mismo material. Esta técnica (imposible con cañón hidráulico) es muy adecuada para hacer retratos humanos o de animales. La selección de los tonos de color, degradados y transiciones intratesela exige una gran litoteca de placas bien clasificadas por colores y texturas a la vista para hacer selecciones visuales rápidas. Los colores intensos son propios de las piedras semipreciosas de precio más alto (sodalitas, rodocrositas, turquesas, malaquitas, etc)

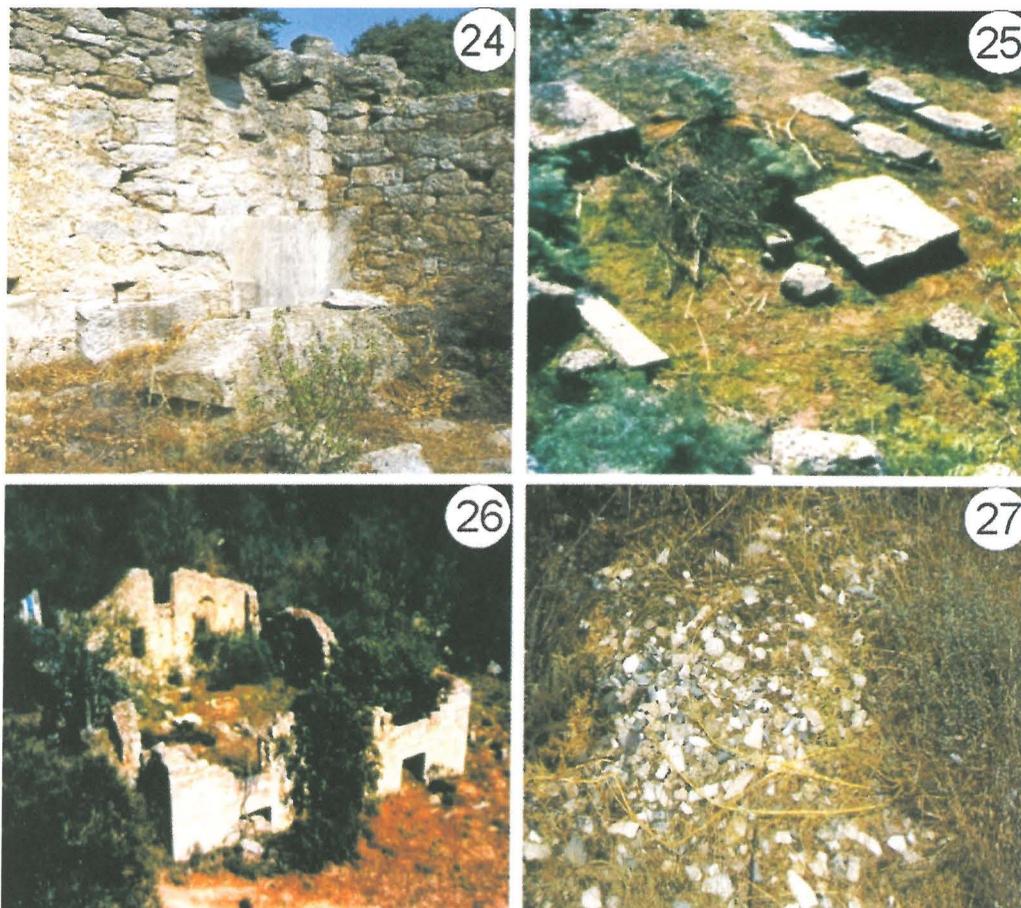


FIGURA 24. Molino de Juan Mingo detalle del punto de carga de bloques de mármol.

FIGURA 25. Molino Juan Mingo bloques de mármoles históricos abandonados.

FIGURA 26. Restos del taller de corte de mármoles Juan Mingo en el Valle del Gasco de Madrid.

FIGURA 27. Molino Juan Mingo-escombrera de restos de mármoles históricos.

(Figuras 29 y 30). Pero conviene dosificarlos con sumo cuidado porque tapan los demás colores más suaves y son muy caros. Conviene reservarlos para áreas muy pequeñas (por ejemplo ojos, botones, pendientes, etc., en retratos) (Figura 31). El diseño influye mucho, así, en uno de los montajes experimentales, hemos comprobado que un vulgar granito utilizado como vestimenta en una figura esquemática resultaba perfecto (efecto textura) (Figura 32), mientras que se puede perder mucho dinero abusando de materiales caros. En otro diseño experimental, se utilizó el efecto “textura” para reproducir los pliegues de la ropa con los tonos claros y oscuros de un mármol bandeado gris de la cantera Emilia de Cartagena. El pulido manual permite tratar determinados errores de forma local, evitar contaminaciones (cinabrio sobre mármol blanco, pirita sobre aragonito verde, etc.). El



FIGURA 28. *Experimental con piedras españolas. Lepidolita de Belvis. Ambligonita de Valdeflorez y Variscita de Palazuelos.*

pulido manual exagera el efecto de “lomas curvas” al producirse un relieve curvo por la anisotropía de durezas de las diferentes piedras. El pulido automático atenúa el efecto “lomas curvas” y produce una superficie más homogénea y mejor pulida globalmente, pero no admite tratamientos delicados y el mayor calentamiento que produce, puede romper los tableros con montajes defectuosos. Respecto al tamaño del tablero, hemos comprobado que la unión de las teselas con resina y fibra de vidrio conforma unos tableros de resistencia y propiedades mecánicas muy buenas, similares a los cascos de los yates modernos, es decir muy elevadas. Este sistema permite

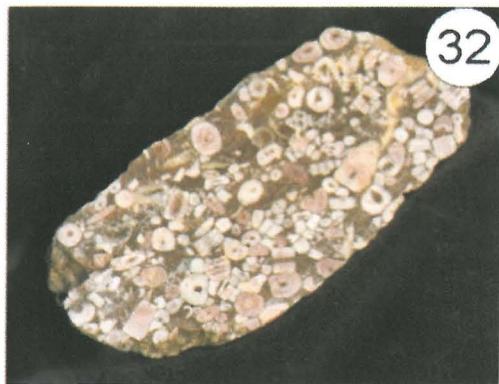


FIGURA 29. *Pruebas con piedras españolas .*

FIGURA 30. *Ensayo experimental con cinabrio de Almaden, aragonito de Carmenes y pirox-mangita del Masroig.*

FIGURA 31. *Piedras de color. Charoita, rodonita, rodocrosita.*

FIGURA 32. *Ejemplo de caliza muy texturada. Encrinita de Asturias.*

montar grandes superficies, por ejemplo de 3x4 metros o superiores. Respecto a los tipos de marco, hemos comprobado que el remate de los tableros puede hacerse de varias formas: marco liso recto, curvado simple, fresado en pecho de paloma, en teselado moselite-resina, etc.. Los marcos lisos rectos son los más sencillos y baratos. Otros diseños para mesas o encimeras exigen remates curvos que se pueden hacer con una fresadora italiana que tiene multitud de cabezales de fresas adiamantinadas de diferentes geometrías. En la geometría exterior del tablero hemos visto que los marcos curvos monopieza exigen destruir gran cantidad de piedra y son muy costosos. El acabado curvo en teselado Moselite no presenta problemas de ejecución ni de resistencia, pero evidencia las suturas de resina con aspecto “plástico”. Los marcos rectos simples se deben ingletar a 45° y hacerles una ranura interna a lo “cola de milano” para mejorar la unión resina-marco, nosotros preferimos hacerlas a pulso con una pequeña radial y disco de bronce-diamante. En el mercado también se ven montajes mixtos, es decir realizados mediante montajes parciales en negativo por pegado de teselas ajustadas en un hueco previamente abierto con radial en un tablero standard de 2 centímetros de ancho. Esto permite enriquecer el tablero comercial con escaso trabajo de marquetería lapidaria. Algunos de tableros de un metro cuadrado manufacturados en nuestro taller piloto llevan más de 600 teselas lo que ha supuesto un gran esfuerzo de pre-teselado, marcaje y teselado. Si las intenciones fuesen de tipo comercial una gran parte de nuestras operaciones deberían de ser mecanizadas con corte por control numérico, incluyendo pulidos generales con pulidora industrial controlada por ordenador.

### **Montajes en positivo por fresado y engaste**

La marquetería lapidaria montada en positivo con fresado y engaste se utilizó en la antigua Escuela de Lapidarios del Retiro. Todas los tableros de mesas de piedras del Museo del Prado, Palacio Real, Museo de Artes Decorativas, Museo Naval, Museo Nacional de Ciencias Naturales, etc..., están trabajadas por este sistema. Obviamente, con la tecnología lapidaria de hace 200 años, es decir, corte de tableros con lamas de hierro en movimiento de vaivén accionadas hidráulicamente por ruedas de madera y abrasivo de arena de cuarzo, fresado con bailarinas de madera y cuerda con puntas de corindón pulidos manuales con cuero, etc.. Este método, permite observar continuamente la evolución del trabajo. Cuando se visitan las mesas del Museo del Prado se aprecia una gran perfección en sus juegos de sombras y luz, cromatismo, trazo, realismo, sensación de relieve y profundidad, etc. Esto demuestra que detrás de los marqueteros lapidarios existían pintores dignos del Museo del Prado. Por otra parte, la riqueza de transiciones cromáticas dentro de la misma tesela se deduce que disponían de una ‘completa litoteca de placas cortadas a la vista. En definitiva, podían conseguir tableros maravillosos, pero a base de grandes diseñadores-pintores, gran riqueza de piedra semipreciosa, por ejemplo, mucho lapislázuli y miles de horas de trabajo factores todos ellos, hoy fuera de la realidad.

En la actualidad, podría ser aconsejable una marquetería lapidaria en positivo con fresado y engaste para realizar escasas modificaciones a tableros comerciales; por ejemplo incluir algunas flores coloreadas en las esquinas y centro de un tablero de mármol blanco Macael para imitar un mantel de hilo bordado, añadir algún escudo o anagrama comercial, etc., pero no superar el 5 o 10 % de la superficie trabajada por el excesivo esfuerzo artesanal requerido. Naturalmente, sería más cómodo perforar con fresas de diamante refrigeradas

con agua, pegar con marmolite las teselas previamente recortadas en disco de diamante, lijar con carburo de silicio o alúmina y pulir con potea de lapidario. Es decir, se trata de una técnica con grandes posibilidades artísticas y limitadas posibilidades económicas. Se pueden comprar algunos buenos ejemplos modernos de este tipo de mosaicos sectile en los alrededores del Ponte Vecchio en Florencia, se publicitan como manufacturados con arco siguiendo el clásico método florentino. Se trata de cuadritos para turistas que pueden ser de unas 25 teselas y 60 euros hasta cuadros mucho más complicados con centenares de teselas y precios por encima de los 6.000 euros (Figuras 33, 34 y 35).

Recientemente el anticuario de Girona Eduardo Malet ha figuragrafiado las mesas del Museo del Prado, ha viajado a la India y ha encargado reproducciones exactas de las mesas de piedras duras utilizando como bases una corneana pizarrosa negra en lugar del mármol nero antico y utilizando también piedras coloreadas indias. Los resultados son espectaculares y poco a poco los precios de venta en España también empezaron a ser asequibles. Bási-



FIGURA 33. *Ponte Vecchio de Florencia con joyerías y tiendas de mosaico florentino.*



FIGURA 34. *Mosaico florentino comercial actual ofertado desde Internet.*



FIGURA 35. *Mosaico florentino a la venta en la Galeria Ugolini Ponte Vecchio Florencia.*

camente, se trata de utilizar mano de obra barata en la India junto con piedras de color también de la India. El huecograbado se realiza manualmente con pequeños golpes de punzones de aceros especiales muy duros. El principio, realizaban los trabajos totalmente en la India, pero se producían muchas roturas en carga aérea por lo que posteriormente se prefería enviar pre-montajes de teselas para luego ser embutidos en España (Figuras 36, 37, 38, 39, 40 y 41). En la Figura 36 se muestran dos Figuras comparativas de un loro realizado por manos indias (izquierda de la Figura) respecto al mismo diseño realizado por manos florentinas históricas (derecha de la Figura).



FIGURA 36. Loro-Malet y loro del Museo del Prado.

Sobre una plancha de piedra en donde se han marcado los contornos de la composición se recortan el dibujo y se recortan trozos de piedras de unos centímetros en sus longitudes, mientras de diferentes colores y efectos de piedras se reproducen.

Las estas reproducciones que solo difieren unas de otras en los materiales más o menos preciosos que se hayan utilizado y en la calidad de elaboración.

On a stone slab where the outlines have previously been marked, the artist takes small pieces of hard stone, flints, limestones, marble of different colours and pieces of semi-precious stones.

The tables they show here, only differ from each other in the larger or smaller amount of precious materials used, and in the degree of skillful work involved in their making.

FIGURA 37. Publicidad de Eduardo Malet indicando que vende mesas de estilo florentino actuales hechas en la India e iguales a las del Museo del Prado.



FIGURA 38. Utilización del arco al estilo florentino para recortar piedra. India.

FIGURA 39. Detalle de la sub-división de una piedra en lonchas finas para luego recortar teselas. India.

FIGURA 40. Planteo de teselas sobre tablero. India.

FIGURA 41. Piedras duras de la India con nomenclatura mitad indi mitad inglés.

### Montajes en negativo por pegado de teselas ajustadas.

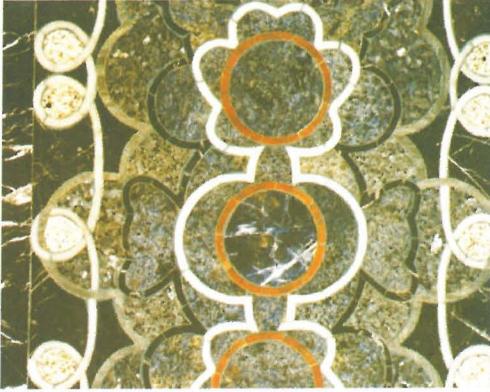


FIGURA 42. *Experimental de combinancia de colores.*

Este sistema elimina la perforación de la fresa pero exige el teselado completo del tablero. Tiene como inconvenientes, el difícil ajuste de teselas necesariamente gruesas por tratarse de rocas friables, la observación inversa y no pulida del diseño, el obligado tratamiento integral del tablero, la desnivelación de teselas en el cementado y las contracciones de los cementos orgánicos. Pero, sin embargo, permite la mecanización y admite algunos trucos para solventar estos problemas. El montaje en negativo, como es lógico, requiere trabajar sobre la imagen especular, o inversa, de la plantilla modelo, extraer los patrones de teselas de la plantilla inversa e invertidos para



FIGURA 43. *Experimental utilizando cinabrio, mármoles españoles, ojo de tigre, rodocrosita y sodalita.*



FIGURA 44. *Mosaico actual de Novelda (Alicante) realizado con cortadoras industriales y aglomerado con resina.*

marcar el corte de tesela, puesto que la cara de trabajo de la tesela es inversa a la plantilla (inversa de la imagen final). Parece razonable recortar y numerar todos los patrones de teselas previamente, trasladarlos a teselas y luego ajustar. Sin embargo, la experiencia en el taller experimental ha demostrado que existen frecuentes desajustes imponderables, que no afectan a la estética final del diseño. Ello también depende del estilo artístico y del diseño; así, los diseños geométricos necesitan un mayor ajuste integral (Figura 42), mientras que los figurativos y esquemáticos permiten jugar con la flexibilidad de los fondos. Esta segunda posibilidad se debe hacer de otra forma, es decir, tratar primero las figuras, cementarlas con resinas coloreadas (Figura 43) rectificarlas a disco, presentarlas dentro del marco y marcar las plantillas de fondos posteriormente. Los ensayos con cementos orgánicos en el taller piloto han mostrado algunos problemas y dualidades, así, mientras las resinas tipo stratil, polilitex, K, cronololitas, etc, permiten un buen lijado y pulido desplazando viruta sólida, las de tipo araldit, epoxi, etc.. son muy plásticas y empastan las lijas, se licuan y extienden por toda la superficie ensuciando mucho. Sin embargo, las del primer grupo, presentan problemas de contracción con dos efectos muy negativos como es el curvado del tablero (ya que la lámina de teselas no se puede contraer y la masa de resina que está catalizando sí) y la separación de las teselas respecto al marco lo que origina una indeseada fisura milimétrica (Figura 44). Se puede aconsejar el empleo de cronolitas con algunas prevenciones como, catalizando capa a capa en varias etapas, lo más lenta y aisladamente posible; sellando las llagas interteselas antes de utilizar (si se utiliza) fibra de vidrio, para evitar el ascenso capilar de la resina líquida lo que deja las teselas sueltas y descompone la marquetería; sellando a posteriori la grieta de las teselas-marco por ejemplo con araldit. Respecto a esta separación de las teselas marco hay que decir que se puede solventar bastante, realizando un entallado previo en el canto interno del marco y así evitar su desplazamiento lateral (accionado por la contracción diferencial de la catálisis) (Figura 45). Una vez cementado el tablero, se lija con diferentes granos de carburo de silicio, 80, 120, 220, 340 mallas ASTM (American Society for Testing Materials) y se le da el brillo final con los trapos y potea típicos de los lapidarios.



FIGURA 45. Estructura de un mosaico sectile experimental utilizando resina y fibra de vidrio.

### Montajes de tipo Mosalite

En Minas Geraes (Brasil) se manufacturan tableros de marquetería lapidaria con unas características muy especiales. Cortan las preteselas con disco a escasos milímetros de espesor



FIGURA 46. *Mosaico Moselite de Brasil con varias resinas coloreadas.*

y luego teselan a tenaza. Utilizan los grandes recursos minero-gemológicos brasileños con gran variedad de piedras coloreadas. Aunque manufacturan por encargo y tienen muchos diseños, se puede observar que abusan de los motivos flora y fauna locales. Los bordes de tableros también están hechos de marquetería de piezas de pequeño tamaño. El pulido final es industrial de cabezas grandes por lo que está muy conseguido. Se puede decir que eligen bien los colores de las piedras y que colorean magistralmente los cementos de los fondos, lo que oculta el desajuste de teselas. Este desajuste bien camuflado les permite aumentar la producción y las ventas. Utilizan mano de obra local y escasa mecanización. Los beneficios de los importadores e intermediarios colocan en el almacén de mayorista de España un tablero de mesa de salón por encima de los 5000 euros lo que sumado a su aspecto “plástico” frena completamente su expansión comercial. De los trabajos Mosalite debemos utilizar las siguientes enseñanzas: buen pulido final, un buen embalaje de transporte, unos teñidos parciales muy conseguidos

de resinas, algunas muy buenas piedras, efectos degradées en mármoles. Como inconvenientes estarían los fondos sin ajustar para abaratar el producto (aspecto plástico), los remates y perfiles, del mismo modo el localismo de sus diseños y la importación (Figura 46).

### Mosaicos de piedras recortadas con Cañón Hidráulico

Respecto a los efectos del cañón hidráulico hemos comprobado que:

(1) En tableros muy gruesos o duros el corte del cañón hidráulico abre el cono y crea límites imperfectos.

(2) El primer impacto del agua con abrasivo-granate origina un orificio mayor que la ranura de corte que obliga a desperdiciar la tesela o la contratesela, o bien a hacer un cuidadoso estudio de trayectorias de corte enlazadas.

(3) El cañón hidráulico es equipo pesado de elevado costo complementado con un ordenador-plotter. El cañón hidráulico es un descubrimiento Ingersoll-Rand que comercializa la misma casa americana. Los italianos han copiado el equipo (jet water). En España se diseñan las mesas plotters reforzados con el software necesario normalmente tipo Autocad. Una clave importante reside en el gasto de boquillas del cañón hidráulico. Efectivamente, la elevada presión del agua combinada con el granate abrasivo desgasta las boquillas mal centradas. Existen dos posibilidades, utilizar boquillas baratas de borazón o carburo de tungsteno, o bien

las mas caras y resistentes de diamante perforado con láser (el diamante es la sustancia más dura que existe, pero es carbono puro y por lo tanto combustible y taladrable con láser)

(4) La inversión en cañón hidráulico suele ser amortizada parcialmente por lapidarios comerciales dedicados a encimeras de cuartos de baño para hacer los alojamientos de lavabos.

(5) Los equipos lasertech de Baasel son capaces de perforar placas de cerámica mediante lasers de CO<sub>2</sub> de flujo lento con sistemas de rilas y ceralas concebidos para aplicaciones de microcorte, taladro y precorte de sustratos de alúmina (punto de fusión a 2040°C). Sin embargo, el láser corta peor las piedras que el cañón hidráulico, siendo aconsejable solo para materiales plásticos y metálicos por ser fundentes y ofrecer mejor pulido final.

## **CONCLUSIONES SOBRE DETALLES TÉCNICOS DEL MONTAJE DE MOSAICOS DE PIEDRA AL ESTILO SECTILE**

Dentro del apelativo “mesas de piedra” se pueden encontrar las dos caras de la moneda, desde tableros monopieza de roca, ya sean rústicos o perfectamente planificados-canteados-pulidos con grandes cortadoras – desbastadoras -pulidoras industriales, hasta exquisitos mosaicos de piedras preciosas con un elevadísimo grado de ajuste de teselas en diseños artísticos de muy alta calidad y extraordinariamente complejos. En España, la utilización de hilos de diamante en cantera, ordenadores y robots de aserrado industrial ha abaratado y popularizado enormemente el uso doméstico de tableros de piedra. En el extremo opuesto, las manufacturas artísticas con uso abundante de piedras preciosas naturales perfectamente encajadas y pulidas pueden llegar a alcanzar unos precios altísimos, máxime si se trata de antigüedades florentinas clásicas. Para empezar a aprender a tasar o valorar correctamente los mosaicos de piedra, solo tenemos que extrapolar datos del siguiente ejemplo, un gramo de esmeralda natural de Colombia puede llegar a alcanzar al millón de pesetas, y algo parecido, ocurre con el rubí, zafiro, etc. A estos precios de las gemas de calidad, habría que añadir los sueldos, por ejemplo, de 22 artesanos trabajando continuamente durante 25 años como en el caso real de la mesa de la sala Baroccio, Palacio Pitti, Florencia. Así, se puede concluir que los precios de los mosaicos de piedra pueden llegar al infinito. Esta realidad no pasa desapercibida a todos los productores y comerciales de tableros de piedra ya que a todos ellos les gustaría cobrar precios infinitos por cortar y pulir algunas piedras del campo. Por este motivo, se hacen frecuentes y desvergonzadas alusiones al clásico estilo histórico florentino y se utilizan motivos, fondos, materiales y diseños florentinos. Progresivamente se han ido desarrollando infinidad de trucos y atajos para abaratar las adquisiciones de piedras y las horas del propio trabajo, intentando llegar a productos muy parecidos a los clásicos florentinos, empezando por las propias manufacturas históricas, donde también se pueden apreciar simplificaciones y trucos poco ortodoxos.

### **Sobre diseños artísticos y productos de marquetería lapidaria**

Un aspecto muy importante de la marquetería lapidaria es el diseño artístico y el teselado previo. Como en otros campos artísticos afines, la marquetería lapidaria admite cuatro grandes grupos temáticos: Geométricos, Figurativos, Esquemáticos y Abstractos. Los trabajos clásicos más frecuentes en marquetería lapidaria como las mesas del Museo del Prado y Museo Nacional de Ciencia Naturales, por ejemplo, son dibujos geométricos. Se trata de diseños

derivados florales con simetrías binarias y cuaternarias, igual que los clásicos bordados de manteles. Para realizar estos diseños, conviene conocer y seguir los Principios Generales en el ordenamiento de las formas y color en arquitectura y artes decorativas, ya establecidos en 1856 por Jones Owen. Entre ellos se pueden destacar, por ejemplo, los siguientes: 8.- Todo ornamento debe estar basado en una construcción geométrica. 14.- El color se utiliza para asistir al desarrollo de la forma, y para distinguir objetos o partes de objetos entre ellos. 15.- El color se usa para asistir a la luz y a la sombra ayudando a las variaciones de la forma por la distribución correcta de los colores. 16.- Los objetos se destacan mejor con el uso de los colores primarios en superficies pequeñas y en cantidades pequeñas, contrapesados y fijados por los colores secundarios y terciarios en las masas más grandes. 24.- Cuando dos tonos del mismo color están yuxtapuestos, el color más claro parece más claro y el color más oscuro parece más oscuro. 26.- Colores en campos blancos parecen más oscuros; en campos negros más claros. 29.- Cuando ornamentos de un color están en un campo de un color contraste, el ornamento debe estar separado por una banda de un color más claro; así una flor roja en un campo verde, debería tener una banda de rojo más claro alrededor (práctica oriental). 32.- Ornamentos de cualquier color que pueden estar separados de campos de cualquier otro color por bandas de blanco, oro, o negro.

### **Propuesta de diez factores para una valoración o tasación de mosaicos de piedra**

En el punto más alto de calidad-precio habría que situar los mosaicos de piedras que cumplan las siguientes características: (1) abundancia de piedras preciosas (malaquita, lapislázuuli, rodocrosita, esmeralda, rubí, etc.), (2) manufactura histórica, por ejemplo de más de 300 años, (3) corte de piedras con herramientas históricas (arco de alambre, molino hidráulico de lamas de hierro, etc.), (4) diseño artístico de calidad, (5) perfección de ajuste de teselas, (6) continuidad de fondos y grecas de adorno, (7) tamaño, complejidad y número de teselas del tablero, (8) ausencia de trampas, como teselas translúcidas sospechosas, resinas coloreadas, degradés antinaturales, materiales artificiales, etc., (9) acabado, remates (planificado, pulido, canteado) y complementos (patas de bronce, madera noble, etc.), (10) daños actuales y restauraciones incorrectas. Razones por las que no resulta fácil cumplir con los factores de calidad:

Factor 1.- La piedra preciosa y las piedras duras de color son caras, por ese motivo las únicas producciones autóctonas modernas con éxito provienen de países grandes con abundancia de yacimientos piedra de color y mano de obra barata (India y Brasil). La producción actual florentina sigue siendo de elevada calidad pero tienen que importar piedra y eso les obliga a subir precios o a disminuir los tamaños de sus creaciones.

Factor 2.- Los mosaicos de piedra históricos florentinos tienen un elevado grado de perfección y el valor añadido de ser manufacturas reales para las que se utilizaron muchas horas de trabajo y muchos recursos. Además, se trata de un reducido número de antigüedades de muy escasa presencia en el mercado, quizás, con la excepción de Buenos Aires, donde, por la actual crisis económica, están aflorando, hay que recordar, que esta crisis ha estado precedida por un período de gran bonanza económica para Argentina (durante las guerras mundiales).

Factor 3.- El corte manual permite seleccionar texturas y colores naturales en el campo y en el aserradero hidráulico y después ajustar teselas muy lentamente y con gran perfección. Sin embargo, el cañón hidráulico (corte curvo por ordenador) produce una sutura de 2 mm

y conos de impacto de 3 mm que después son difíciles de ajustar. El corte a pulso con disco está sujeto a las vibraciones del motor y eso impide recortar curvas con precisión.

Factor 4.- Los mosaicos reales (Florencia, Capodimonte, Buen Retiro) partían de bocetos y diseños realizados por los propios pintores reales. Para realizar un buen diseño-mosaico hay que: (a) ser un gran pintor, (b) tener una intencionalidad de creación para mosaico, para facilitar la selección, corte y ajuste de teselas, evitando diseñar cosas imposibles, (c) buscar efectos mosaico especiales, por ejemplo los traspantajos del Buen Retiro.

Factor 5.- La perfección de ajuste de teselas es un factor intuitivo, hay que evitar a toda costa que se vean las juntas de cementos. Se aconseja observar las juntas con lupa de 10 aumentos para evaluar este detalle y buscar la presencia de resinas coloreadas mejoran color, pero que podemos considerar como una práctica tramposa.

Factor 6.- La continuidad de fondos y de finas y estrechas grecas de adorno se hace por vaciado y destrucción de muchos bloques grandes de piedra por sucesivos vaciados y embuticiones, lo que implica una dificultad adicional. La alternativa barata consiste en fragmentar-teselar estas bandas de adornos periféricos.

Factor 7.- Los tamaños grandes de tableros y números de teselas elevados necesitan mas materia prima y más dificultad de manejo físico de la manufactura. La complejidad del diseño puede suponer muchas repeticiones de bloques parciales mal conseguidos.

Factor 8.- Incluso en las manufacturas florentinas se pueden ver trampas poco ortodoxas como: (a) flameado de jaspes para conseguir transiciones artificiales de color, (b) pintado de la base de vidrios y calcedonias translúcidas para subir el color, (c) uso de rocas poco nobles (tefritas, cuarcitas, calizas, etc..) y abusos de cantidad y calidad de mármoles comunes.

Factor 9.- Los desbastes y pulidos “artesanales” producen lomas y valles según se trate de piedras duras y blandas. Las cabezas industriales de alumina “planchan” mejor porque son más rígidas y más extensas. Por otra parte, muchos tableros han perdido las primitivas patas, que han sido sustituidas por apaños de inferior calidad.

Factor 10.- Daños y restauraciones incorrectas. En el Museo del Prado se observa que las mesas han sufrido muchos daños y erosiones por parte del público. Por otra parte, el gran desconocimiento de esta técnica, a raíz de su desaparición del 1808, cuando la manufactura del Buen Retiro de Madrid fue quemada por los ingleses, ha producido muchas reparaciones chapuceras llegando a cementar con yeso, vidrios por rubíes.

### **Propuesta de instalación teórica de una planta de manufactura de mosaicos de tipo séctile**

Una teórica propuesta de montaje de una planta de marquetería lapidaria de estilo florentino podría tener en cuenta una serie de consejos o procedimientos:

- (1) Ubicación en una escuela de formación profesional en una zona deprimida de España y a ser posible con una antigua minería abandonada que además ha dejado cantidad de escombreras con piedras de varias texturas y colores, por ejemplo Zafra-Burguillos (Badajoz).
- (2) Disposición de camión-pluma para “pescar” algunos bloques más grandes de la cuenta (Figura 47).
- (3) Inclusión de los bloques en paralelepípedos de cemento calizo.



FIGURA 47. Martín Fernández pescando una andesita de 5 toneladas de la cantera de áridos de Atienza.

- (4) Corte de tableros de tamaño medio con disco de diamante de gran formato, unas maquinas muy buenas y baratas son las que fabrica Brasil para cortar ágatas con disco de diamante trincado, mordaza de madera, tracción hidráulica, lubricante gasoil y campana cerrada.
- (5) Recorte de teselas a canto vivo de disco.
- (6) Cementación con mortero Portland blanco para exteriores y resina k de dos catalizadores y tintes para interiores porque se descompone por radiación ultravioleta.
- (5) Pulido de los tableros con cabezales circulares industriales.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aguiló-Alonso, M.P. (1996). Mesas de piedras duras en el Museo del Prado. *Galeria Antiquaria*, 142: 28-34.
- Azola y Minondo, P. (1899). *Historia de las obras públicas en España*. Madrid. Reeditado por el Colegio de Ingenieros de Caminos - Turner, 1979, con un estudio preliminar de Antonio Bonet Correa.
- Ayala Carcedo, F.J. (1988). *Atlas Geocientífico del Medio Natural de la Comunidad de Madrid*, Instituto Tecnológico GeoMinero de España, Madrid, 84 pp. y 15 mapas.
- Bartolini, A, Baumgartner, P.O., Hunziker, J. (1996). Middle y Late Jurassic carbon stable-isotope stratigraphy y radiolarite sedimentation of the Umbria-Marche basin (Central Italy). *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 89(2): 811-846.

- Calderón y Arana, S. (1910). *Los Minerales de España*. Editado por la Junta de Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas. Madrid. 2 Volúmenes.
- Calvo Pérez, B, Solaz, I, García Guinea, J López, A. (1990). *Los Museos de Minerales de España*. Instituto Tecnológico y Geominero de España. Madrid. 1-155.
- Chiari, M., Cortese, G., Marcucci, M., Nozzoli, N. (1997). Radiolarian biostratigraphy in the sedimentary cover of the ophiolites of South-Western Tuscany, Central Italy. *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 90(1): 55-77.
- Deweever, P., Martini, R., Zaninetti., L. (1990). Mid triassic radiolarite dated by radiolarians in Lagonegro (Monte-Facito formation, Southern Italy). *Comptes Rendus de L'Academie des Sciences Serie II*, 310(5): 583-589.
- Encinas, M.R. (1992). Estudio de las rocas carbonatadas de la provincia de Cáceres y su interés técnico. Ed. Universidad de Extremadura. Cáceres. 459 pp.
- Fernandez Ordoñez, F. (1984). *Catálogo de presas y azudes españoles anteriores a 1900*. CEHOPU. Madrid. 511 pp.
- Galan Huertos, E. y Mirete Mayo, S. (1979). *Introducción a los minerales de España*. I.G.M.E. Madrid. 420 pp.
- García Guinea, J. (1981). *Yacimientos españoles de minerales de interés gemológico*. Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza. Zaragoza.
- García Guinea, J. y Galán Huertos, E. (1986). *Mapa Gemológico y Previsor de España (E: 1:1000.000)* Coedición IGME-IGE. Madrid 1-65 (Memoria adjunta).
- García Guinea, J. (1985). *Materiales Gemológicos Españoles: Yacimientos de Cuarzo*. Boletín del Instituto Gemológico Español 26: 27-33.
- García Guinea, J. y Martínez Frías J. (1992). *Recursos Minerales de España*. Dpto Publicaciones CSIC Madrid. 1.448 pp.
- García Guinea, J., Mingo Zapatero, B. (1982). Geología del enclave de rocas metamórficas del Canal de Guadarrama (Panarras, Torrelodones). *Bol. Informativo Municipal de Torrelodones* n° 8: 3-7.
- García-Guinea J., Escorza C.M., Harffy M., Vicente-Sanchez, J. (1999). Protection y recreational use of a natural-historic area: The King Carlos III Museum Project, Madrid, Spain. *Natural Areas Journal*, 19(3): 245-253.
- García-Guinea, J., Larrea Bellod, I., Bañuls, V., Harffy, H. (1998). Advanced uses of thermoset - Marble compounds in construction: First stone pipe organ in the World. *Construction & Building Materials*, 12(1): 1-8.
- García-Guinea, J., Lombardero, M., Roberts, B., Taboada, J. (1997). Spanish roofing slate deposits. *Transactions of The Institution of Mining y Metallurgy*. Section B-Applied Earth Science, 106, B205-B214.
- Garrandes, E. (1971). "La Presa del Gasco sobre el río Guadarrama" *Boletín de Información del Ministerio de Obras Públicas* n° 71, pp. 20-25, n° 71: 26-29.
- Giusti, A.M. (1992). *Pietre Dure. Hardstone in Furniture y Decorations*. Philip Wilson Publishers. London.
- Giusti, A. M., Mazzoni, P., Pampaloni Martelli, A. (1978). *Il Museo dell'Opificio delle Pietre Dure a Firenze*, Ed. Cassa di Risparmio di Firenze, Electa Editrice. Milano. 411 pags.
- González-Palacios, A. (2001). *Pittura per l'eternita: Le collezioni reali spagnoli di mosaici e pietre dure*. Description: Milano: Longanesi, 2003. 356 pp., more than 70 color plates. Italian version of Madrid edition. (I Marmi, vol. 179).

- IGME. (1975). *Investigación de Rocas Ornamentales en el Sureste de España*. Inst. Tecn. Geominero Esp. Fondo Documental. Informe Inédito.
- IGME. (1979a). *Investigación de mármoles y calizas marmóreas en el oeste de España*. Inst. Tecn. Geominero Esp. Fondo Documental. Informe Inédito.
- IGME. (1979b). *Estudio de la normativa y catalogación de rocas ornamentales españolas*. Inst. Tecn. Geominero Esp. Fondo Documental. Informe Inédito.
- IGME. (1980). *Investigación de mármoles y calizas para su posible empleo como roca ornamental en las provincias de Córdoba y Sevilla*. Inst. Tecn. Geominero Esp. Fondo Documental. Informe Inédito.
- IGME. (1985a). *Exploración de serpentinas y rocas ultrabásicas para su aprovechamiento como roca ornamental o industrial*. Inst. Tecn. Geominero Esp. Fondo Documental. Informe Inédito.
- IGME. (1985b). *Investigación de dioritas, gabros y sienitas en la Isla de Gran Canaria*. Inst. Tecn. Geominero Esp. Fondo Documental. Informe Inédito.
- Lemaur, C. (1785). *Relación del proyecto de un canal navegable desde el río Guadarrama al Océano, que pasará por Madrid, Aranjuez, La Mancha y la Sierra Morena: orden y método para acertar en su ejecución*. Manuscrito del Archivo del Servicio Histórico Militar. 77 pp.
- Mora, F. (1892). *Proyecto para un salto de agua en la Presa del Gasco y Canal de Guadarrama*. Conferencia pronunciada en la noche del 14 Junio de 1892. Ateneo de Madrid. Imp. Enc. Miñón. Madrid. Doc. Archivo Historico Nacional. Madrid. 34 pags (30+1 lám).
- Owen Jones. (1856). *The Grammar of Ornamentation*. Messrs Day y Son. Edition 1986. Studio Editions. 178 pp.
- Pérez-Villamil García, M. (1904). *Artes e Industrias del Buen Retiro. La Fábrica de la China. el Real Laboratorio de Piedras Duras y Mosaico. Obradores de Bronces y Marfiles.*, Ed. Est. Tip. Sucesores de Rivadeneyra. Madrid. Spain.
- Sánchez Lázaro, T. (1995). *Carlos Lemaur y el Canal del Guadarrama*. Tesis Doctoral. Madrid. Ed. ETSICCP. Colección de Ciencias, Humanidades e Ingeniería nº 48. 155 pp.
- Sos Baynat, V. (1962). *Mineralogía de Extremadura (estudio sobre especies, yacimientos y génesis)*. Boletín Geológico y Minero 73: 1-191.
- Suarez Feito, J. (1963). *Bosquejo Metalogénico de España, excluidos carbón e hidrocarburos*. Notas y Comunicaciones del I.G.M.E. 72: 305-312.
- Suc, J.P., Violanti, D., Londeix, L., Poumot, C., Robert, C., Clauzon, G., Gautier, F., Turon, J.L., Ferrier, J., Chikhi, H., Cambon, G. (1995). Evolution of the Messinian Mediterranean environments - the tripoli formation at Capodarso (Sicily, Italy). *Review of Palaeobotany & Palynology*, 87(1): 51-79.
- Toncelli, L. (1989). *Procédé pour le renfort structurel d'articles fragiles en pierre ou aggloméré de pierre, ainsi qu'articles renforcés obtenus*. Office européen des brevets. Demande de Brevet Européen. N° de Publication: 0325 249 A2. Dépot: 89100882.3.
- Valle, L. (1851). *Perfiles comparativos de las presas de Puentes, del El Gasco y de la proyectada para el Pontón de la Oliva*. Madrid. Archivo del Ministerio de Obras Públicas y Transporte, Obras Públicas, Mapa 265.
- Vázquez Guzmán, F. (1978). *Depósitos Minerales de España*. Temas Geológico-Mineros 2. IGME. Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria y Energía. Madrid. 158 pp.