

Materiales en las canteras trasmeranas

Materials in the Trasmiera quarries

Ana CAGIGAS ABERASTURI

Gerencia Finca Marqués de Valdecilla

Ayuntamiento de Medio Cudeyo

Plaza del Ayuntamiento, s/n

39724 - Valdecilla, Cantabria

anacagigasa@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3477-623X>

Fecha de envío: 20/09/2019. Aceptado: 21/10/2019

Referencia: *Santander. Estudios de Patrimonio*, 2 (2019), pp. 121-146

DOI: <https://doi.org/10.22429/Euc2019.sep.02.03>

ISSN 2605-4450 (ed. impresa) / ISSN 2605-5317 (digital)



**Resumen:** La piedra y la cal son los principales materiales empleados por los maestros canteros trasmeranos. La localización de las canteras y las características de la piedra determinan la distinción geológica de dos áreas en Trasmiera. Asimismo, la variedad de mezclas y composiciones de las piedras posibilitan la diversificación de las labores de trabajo, desde el desbaste de piezas grandes hasta el tallado minucioso de elementos decorativos de menor tamaño. El empleo de la cal conlleva el desarrollo de técnicas innovadoras y el progreso experimentado por los trasmeranos en distintos campos de la construcción: puentes, abovedamientos, plantas de espacio salón, ...

**Palabras clave:** piedra; canteras; cantería; cal; calero; cemento; hormigón; arena; mortero; Trasmiera; Edad Moderna.

**Abstract:** Stone and lime are the main materials used by the Transmeran stonemasons. The location of the quarries and the characteristics of the stone define the geological distinction of two areas in Trasmiera. In addition, the variety of mixtures and compositions of the stones make possible the diversification of the work, from the roughing of large pieces to the detailed carving of decorative elements of smaller size. The use of lime entails the development of innovative techniques and the progress experienced by trasmeranos in different fields of construction: bridges, domes, lounge space plants...

**Keywords:** stone; quarries; stonework; lime; limestone; cement; concrete; sand; mortar; Trasmiera; Modern Age.

\*\*\*\*\*

## 1. LA PIEDRA. CANTERAS EN LA MERINDAD DE TRASMIERA

Tradicionalmente, la existencia de canteras se ha considerado una de las causas determinantes para el desarrollo en una determinada área geográfica, generado por un grupo de artífices dedicados al trabajo de la piedra, es decir, la cantería. Esto implicaría facilidad en el acceso a la materia prima

de trabajo del cantero y por consiguiente a la formación y aprendizaje de los conocimientos de estereotomía. Así, Froidevaux, arquitecto jefe de los Monumentos Históricos de Francia entre los años 1939 y 1983, afirma que durante una época de intensa actividad constructiva en piedra, como es la gótica, las canteras se procuraba que estuvieran en lugares cercanos a la obra intentando aminorar los problemas que acarrea el transporte del material pétreo, caracterizado por su dureza y gran tamaño respecto al empleado por los constructores del románico. La tendencia general al empleo de materiales locales por parte de los artistas góticos casa a la perfección con uno de los principios seguidos por éstos: el de economía de trabajo y material. La preferencia por los materiales locales ya estaba presente en la época clásica, donde las dificultades para el transporte eran grandes y ocasionaban numerosos gastos<sup>1</sup>.

Todo este planteamiento parece entrar en contradicción con el hecho de que en ocasiones la cantería se desarrolla en lugares en los que no se da un fácil acceso a la piedra. Así, aunque tanto en los valles del Asón y del Agüera como en Trasmiera se cuenta con una estructura geomorfológica conformada principalmente por grandes masas de calizas cretácicas y consiguientemente con canteras<sup>2</sup>, parece ser que en los valles del Asón a finales del siglo XV la extracción de piedra en las canteras del mismo resultaba más cara que el traer el material de otros lugares, algo que parece ocurrir en las obras de reforma del camino entre Burgos y Laredo.

Por el contrario, en la Merindad de Trasmiera la piedra abundaba (Fig. 1), era fácilmente extraíble, y en determinados lugares su calidad era alta, lo que la hacía ser muy apreciada para la ejecución de obras. Así, una Junta como la de Ribamontán contaba con canteras en Somo, Cubas, Castanedo, Suesa y Galizano, siendo estas últimas las más importantes. Prueba de ello es que suministraron piedra para obras tanto en la propia Merindad como fuera ya de sus demarcaciones territoriales. Ejemplo de esto lo encontramos en la obra que llevó a cabo el maestro cantero de Liendo Andrés del Collado

1 FROIDEVAUX, Yves Marie, *Techniques de L'Architecture Ancienne. Construction et Restauration*, Bruxelles, Pierre Mardaga Éditeur, 1993, Segunda edición (Primera edición, Bruxelles, 1987). Véase también CUPELLONI, Luciano, *Antichi cantieri moderni. Concezione, sapere tecnico, costruzione da Iktinos a Brunelleschi*, Roma, 1996; y PANCORBO, Luis, "Las canteras de Roma". *El País. El Viajero*, (12-07-2008), p. 12.

2 ARAMBURU-ZABALA HIGUERA, Miguel Ángel y LOSADA VAREA, Celestina, *Catálogo Monumental de las Cuencas del Asón y del Agüera (Cantabria)*, Valle de Ruesga, T. I, p. 47 y CAGIGAS ABERASTURI, Ana; ARAMBURU-ZABALA HIGUERA, Miguel Ángel y ESCALLADA GONZÁLEZ, Luis de, *Los Maestros Canteros de Ribamontán*, Santander, Ayuntamientos de Ribamontán al Mar y Ribamontán al Monte, 2001, p. 17. Véase también SÁNCHEZ ALONSO, José Bonifacio, *Estudio Geológico-Minero de Santander*, Santander, 1980; y ARGÜELLES, R., "Rocas en Cantabria", en *Gran Enciclopedia de Cantabria*, Vol.VII, Santander, Editorial Cantabria, 2002, pp. 170-173.

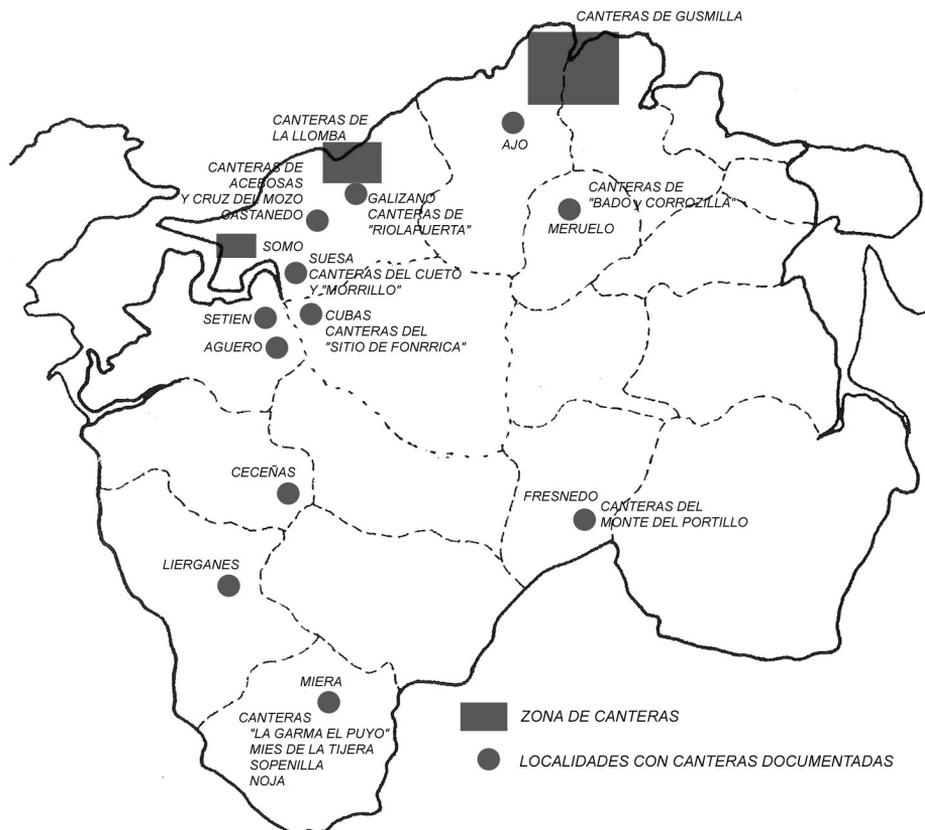


Fig. 1. Localización de canteras documentadas en la Merindad de Trasmiera

en la iglesia de Laredo en torno a 1681, en la cual se emplearon piedra arenisca y piedra blanca de las canteras de Galizano. Poco después, en 1684, se preferían las canteras de Galizano (“Riolapuerta” y la Llobma) para la obra de dos camarines y la sacristía de la iglesia parroquial del propio Galizano<sup>3</sup>. En Castanedo se recurre a las canteras del lugar a la hora de llevar a cabo la obra de una capilla en el templo parroquial a finales del siglo XVII<sup>4</sup>. Por los mismos años, en la obra del convento de Santa Cruz se emplea piedra de las canteras de Somo, Cubas o Galizano<sup>5</sup>.

En 1698 la obra encargada al maestro trasmerano Gregorio de la Roza en la Iglesia Colegial de Santander para dotarla de una escalera monumental

3 Archivo Histórico Provincial de Cantabria [en adelante, AHPC], Sección Protocolos, legajo 5.001, 1684, ff. 138-140v. Ante Juan de la Cantera.

4 AHPC, Secc. Protocolos, legajo 5.035, 1694, ff. 10-11. Ante Juan Antonio Lafuente Velasco.

5 AHPC, Secc. Protocolos, legajo 150, 1697. Ante Antonio Cacho.

de ingreso se decantaba por el empleo de la mencionada piedra de Rucandial en las partes que requirieran menos labra, mientras que para los antepechos, pilastras, basas, capiteles, remates, rosca del arco triunfal y pórtico se especificaba el empleo de piedra de las canteras de Cubas y sitio de “Fonrrica”<sup>6</sup>. Es decir, la portada propiamente dicha y las zonas de mayor labra se realizan en piedra de Cubas, de mayor dureza y calidad que la de Rucandial.

Asimismo, en 1625 unos maestros de cantería de Somo contrataban con Naveda la obra de la cornisa del castillo de San Felipe en Santander “de la piedra de grano de la cantera de Somo”; y en 1667 en la escritura de obligación de la obra de un molino en el barrio de Mojante de Suesa, en la Junta de Ribamontán, se especificaba que se labraría una puerta “de grano de lo mas tieso de la cantera de somo”<sup>7</sup>.

En 1754 se opta por la piedra de las canteras de Somo y del Cueto en Suesa para llevar a cabo las obras de una taberna en Suesa<sup>8</sup>.

La piedra de Galizano fue mencionada también en las condiciones de obra del Palacio de Acebedo en Hoznayo en 1613. El trasmerano Juan de Naveda contrató los trabajos, declarándose en la escritura que tenía que ejecutar “la escalera principal de la dicha obra como lo muestra la traza e los antepechos e remates della an de ser de piedra de galiçano e los pies derechos e dinteles de las bentanas de la galeria y la puerta principal”<sup>9</sup>. Igualmente de Trasmiera procede la saca de piedra contratada para la misma obra por el vecino de Praves Juan Falla, pues en la escritura se menciona la cantera del “monte del Portillo”, existiendo un lugar de ese nombre cerca de Fresnedo.

La piedra de la Llomba en Galizano y de Gusmilla en Ajo es empleada en la obra de cantería de la iglesia parroquial de San Martín en Ajo, contratada en 1704 por el maestro de cantería Pantaleón del Pontón Setién. En las condiciones de obra se especificaba que

“se executara la capilla que demuestra la planta del portico, el qual se a de obrar con piedra de las canteras de Gusmilla que estan en la jurisdicción de dicho lugar (Ajo), y en caso que en dichas canteras no se ¿puedan? las piezas mayores, como columnas de coro y portico y otras que sean [...] de la obligación del maestro el sacarlas en la cantera de la Llomba termino y jurisdicion del Lugar de Galizano”<sup>10</sup>.

6 AHPC, Secc. Protocolos, legajo 150, 1698, ff. 455 y siguientes. Ante Antonio Cacho.

7 AHPC, Secc. Protocolos, legajo 4.941, 1667. Ante Francisco Lafuente Velasco.

8 AHPC, Secc. Protocolos, legajo 5.111, 1754, ff. 97-99v. Ante José Francisco Lafuente Isla.

9 LOSADA VAREA, Celestina, *Juan de Naveda y la arquitectura clasicista de la primera mitad del siglo XVII*, Tomo III, Santander, Universidad de Cantabria, Tesis Doctoral, 2002, documentos 76, 120, 126 y 132.

10 CAGIGAS ABERASTURI, Ana; ARAMBURU-ZABALA HIGUERA, Miguel Ángel y ESCALLADA GONZÁLEZ, Luis de, *Los Maestros Canteros...*, pp. 24-26.

En este caso se escogieron canteras más cercanas a la obra tratando así de abaratar precios y sin duda porque su calidad cumplía con las condiciones exigidas por la obra. A ello se uniría el que la mayor parte de los canteros de la obra era de Ajo o de los pueblos de la Junta, por lo que ha de pensarse que conocían bien ese tipo de piedra y la manera de trabajarla.

De las canteras de Meruelo se extrajo la piedra empleada en la obra de cantería de la iglesia de San Mamés, en el propio valle de Meruelo. Así, en las condiciones para la ejecución de la obra, fechadas en 1619, se decía: “que los pilares estribos sean de buena sillería de las canteras de Bado” y “que la pared del norte ha de ser de muy buena mampostería de Piedra calear de las canteras de Corrozilla”.

En 1682 Toribio del Manzano y Vicente de Gargollo, vecinos de Beranga y Güemes respectivamente, tienen a su cargo una saca de piedra en la cantera de Nuestra Señora de los Remedios en el valle de Meruelo para la obra de una capilla en la iglesia de Castillo<sup>11</sup>.

En 1701 y 1714 el cantero de Meruelo José de Vierna Osso sacaba piedra de la cantera de Bado en Meruelo para obras en la iglesia de Escalante y en la casa de Antonio García de Zilla en Noja, especificándose que para esta última había de ser “piedra de grano”<sup>12</sup>.

Y hacia 1818 los vecinos de Castillo José de Castillo Velasco y Bernardo de Hontañón sacan piedra de grano en las canteras de Bado y La Aguachica en Meruelo para el adoquinado de la iglesia de Castillo<sup>13</sup>.

En Setién también existían canteras. De ellas se saca piedra en 1625 para el maestro cantero Juan de Naveda con destino a unas obras en el castillo de Santander. En las escritura de contrato se especificaba que las piezas deberían estar “bien desvastadas a picon y escuadra por lechos y juntas que sean de buen banco” y que se pondrían “donde se puedan muy bien tomar en barcos para los traer asta dicha villa”. Años más tarde, en 1667, Juan de Cubillas, vecino de Setién, saca piedra (tizones, dovelas, antepechos, sillares, ...) para la obra del puente mayor de Bilbao<sup>14</sup>. Y en 1691 la piedra de Setién aparece mencionada en las condiciones para la obra de la torre de un colegio de la Compañía de Jesús<sup>15</sup>.

Ya en el siglo XVIII y concretamente en 1739, el vecino de Gajano Narciso de la Cotera ajusta con los vecinos de Agüero Diego Gómez, Juan de la

11 AHPC, Secc. Protocolos, legajo 5.014, ff. 107-110v. Ante Francisco de la Cuesta Vélez.

12 ESCALLADA GONZÁLEZ, Luis de, *El Linaje de Vierna. Fuentes Documentales*, Ayuntamiento de Meruelo, 2006, pp.612-613.

13 AHPC, Secc. Protocolos, legajo 5.262. Ante Francisco Ortiz Vélez, s/f.

14 AHPC, Secc. Protocolos, leg.4.941, 1667. Ante Francisco Lafuente Velasco.

15 AHPC, Secc. Protocolos, legajo 5.035, 1691, ff. 68-69v. Ante Juan Antonio Lafuente Velasco.

Riva Solaesa y Juan de Lezcano la piedra de labra para una obra de cantería en su casa<sup>16</sup>.

También en la Junta de Cudeyo tenemos constancia de la existencia de canteras en Ceceñas, de las cuales extraen una saca los vecinos de dicho lugar Juan y Vicente de Hedilla, Domingo Ruiz Hermosa y Martín de Ibáñez con destino a la obra de “cantería de sillería” que se realiza en febrero de 1667 en la casa del Maestro de Campo Pedro de Rubalcaba en Solares<sup>17</sup>. Años después, en 1779, para la obra del pórtico de la iglesia de Santa María de Cudeyo en Valdecilla se eligen piezas de sillería de las canteras de Ceceñas<sup>18</sup>. Asimismo, en 1626 el vecino de Riotuerto Pedro Martínez de Lombana contrata la saca y desbaste de piedra de la cantera de ¿Bardanazón? con destino a la obra de la iglesia de El Bosque. La escritura de contrato se lleva a cabo en Ceceñas por lo que la mencionada cantera debía encontrarse en la Junta de Cudeyo<sup>19</sup>.

En enero de 1657 Blas Pérez de Irias y sus compañeros en la obra de la iglesia de Miera contratan con su vecino Agustín de la Higuera la labra y carreteo de piedra para la obra<sup>20</sup>, especificándose que la calear se extraerá en “la garma el puyo”, la de mampostería en “la mier de la tixera” y el resto “ssea de sacar donde la portilla de la caveçera de la ¿rrotica? de Juan blanco del tujo hasta toda la mier de la tixera”, todo ello en Miera. Dos años después, en 1659, los vecinos de Miera Domingo de la Vega y Agustín de Esles, contratan una saca de piedra en la Mies de la Tijera para la construcción en la iglesia de Miera de unas tapias de cantería<sup>21</sup>.

A mediados del XIX Madoz afirma que en Liérganes existían “ricas canteras de piedra de grano, y de losa muy compacta que se deja no obstante deshojar con facilidad”<sup>22</sup>.

Aunque lo frecuente sea que el suministro de piedra constituya una contrata distinta a la de la obra, en algunas empresas de envergadura, como es el caso de la construcción de las catedrales de Sevilla y Málaga, las fábricas adquirieron canteras asegurándose el abas-

16 AHPC, Secc. Protocolos, legajo 5.051, 1739, s/f. Ante Felipe de Bolívar Portilla.

17 AHPC, Secc. Protocolos, legajo 4.914, 1667, ff.108-108v. Ante Juan de los Cuetos.

18 AHPC, Secc. Protocolos, legajo 5.139, 1779, ff. 136-138. Ante Diego Manuel de Oruña.

19 ARAMBURU-ZABALA HIGUERA, Miguel Ángel y LOSADA VAREA, Celestina, “La iglesia parroquial de San Juan Bautista de El Bosque (Cantabria)”. *Altamira*, LI (1994-1995), Santander, pp. 121-145.

20 AHPC, Secc. Protocolos, legajo 4.951, 1657, ff.7-7v. Ante Agustín del Hoyo Maldonado.

21 AHPC, Secc. Protocolos, legajo 4.951, 1659, s/f.

22 ARAMBURU-ZABALA HIGUERA, Miguel Ángel (director), *Catálogo Monumental del Municipio de Liérganes*, Santander, Exmo. Ayuntamiento de Liérganes, 1997, p. 38.

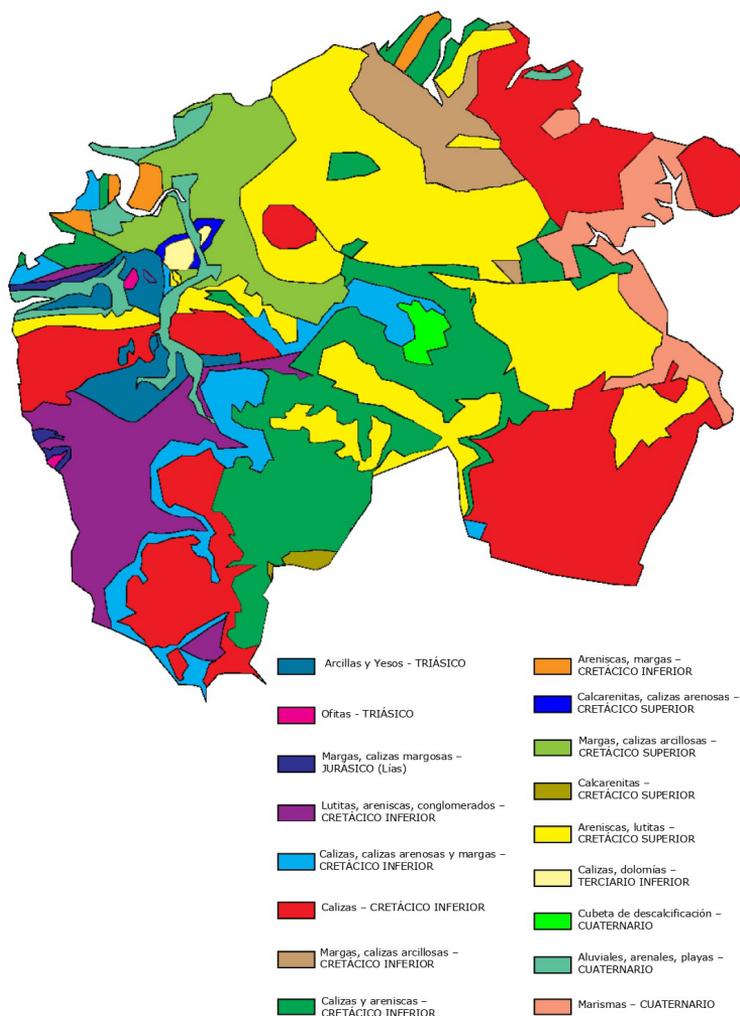


Fig. 2. Mapa geológico de la Merindad de Trasmiera

tecimiento de material pétreo en exclusiva<sup>23</sup>. Así, la obra hispalense se nutría con la piedra de las canteras de la Sierra de San Cristóbal, junto al

23 RODRÍGUEZ ESTÉVEZ, Juan Clemente, *Los Canteros de la Catedral de Sevilla. Del Gótico al Renacimiento*, Sevilla, 1998; PEZZI CRISTÓBAL, Pilar, "La cantera de Almayate y su aprovechamiento para la obra de la Catedral de Málaga. La configuración de una efímera actividad extractora", *Baetica. Estudios de Arte, Geografía e Historia*, 27 (2005), Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Málaga, pp. 437-454; y GÓMEZ DE TERREROS GUARDIOLA, Pedro, "La cantería en Sevilla entre 1248-1430", *Catedral de Sevilla*, Sevilla, Aula Hernán Ruiz, 2008, pp. 125-145.

Puerto de Santa María. El transporte masivo de piedra hasta la catedral sevillana permitía la compra de piedra al cabildo por parte de particulares que se aprovechaban así de la infraestructura creada<sup>24</sup>. No hay que olvidar que tanto en Sevilla como en Málaga existían dificultades a la hora de encontrar yacimientos de buena piedra y profesionales que supieran extraerla y desbastarla. La escasez de este material hacía que no se contase con una tradición canteril, por lo que se hace necesario recurrir a artífices foráneos.

El análisis del mapa geológico de Cantabria (Fig. 2) nos muestra afloramientos muy variados en el territorio de la Merindad de Trasmiera, pero siempre coinciden en que todos ellos presentan un origen sedimentario en el período cretácico. Las rocas sedimentarias, tal como su nombre lo indica, se forman a partir de sedimentos de otras rocas, e incluso de restos de animales, que sufren procesos de meteorización y erosión, causados por el agua, el viento o el hielo. Estos procesos pueden ser mecánicos (rocas detríticas), químicos o incluso biológicos.

Las partículas originadas son transportadas por el agua o el viento hasta las zonas de depósito donde se van acumulando en capas o estratos, transformándose mediante un proceso de consolidación denominado diagénesis en rocas sedimentarias. Los minerales que más abundan en este tipo de rocas son el cuarzo, la dolomita, la calcita y los feldespatos. Hablamos así de calizas, dolomías, areniscas y conglomerados con diversidad de mezclas y composiciones; es decir, materiales carbonatados con distintos grados de dureza, viniendo ésta determinada por aspectos como el del tamaño de los granos que conforman la roca. Distinguimos, en función de ello, tres categorías: gravas (grano mayor de 2 mm.), arenas (grano entre 0,2 y 2 mm.), y arcillas (grano menor de 0,2 mm.). A mayor proporción de arena y partículas lutíticas (arcillosas), mayor facilidad de trabajo, pues el grano es más fino y moldeable. De ahí que no resulte extraño encontrar en las escrituras de obra referencias al buen grano que deben presentar las piedras con las que se trabajará.

Existen diversos conjuntos de formaciones pétreas en la Merindad de Trasmiera, que vienen a corresponderse en su mayor parte con las localizaciones de canteras de las que tenemos referencias documentales durante la Edad Moderna. Así, las canteras de Somo, Loredó, Suesa (El Cueto y "Morriño"), Castanedo (Las Acebosas y la Cruz del Mozo) y Setién, son principalmente de margas y calizas arcillosas del Cretácico Superior; las canteras de Cubas ("Sitio de Fonrrica") y Agüero, de calizas y dolomías del Terciario

---

24 ARAMBURU-ZABALA HIGUERA, Miguel Ángel, "La técnica de construcción", en GARCÍA BALLESTER, Luis (director), *Historia de la ciencia y de la técnica en la Corona de Castilla I. Edad Media 1*, Salamanca, Consejería de Educación y Cultura de la Junta de Castilla y León, 2002, pp. 445-529.

Inferior; las de Galizano (La Llomba, "Riolapuerta"), Meruelo ("Bado", "Corrozilla", la "Aguachica" y "Nuestra Señora de los Remedios") y Fresnedo ("Monte del Portillo"), de areniscas y lutitas del Cretácico Superior; las de Ajo (Gusmilla), de margas, calizas y areniscas del Cretácico Inferior; las de Miera ("Garma el Puyo", "Mier de la Tixera" y Noja), de calizas del Cretácico Inferior; y las de Liérganes y Ceceñas, de lutitas, areniscas y conglomerados del Cretácico Inferior.

El territorio trasmerano aparece dividido en dos grandes conjuntos desde el punto de vista geológico: una zona norte, en torno a las Juntas de Ribamontán y Siete Villas, y otra zona sur, en el área de las Juntas de Cudeyo, Cesto y Voto. Mientras que la Trasmiera de la zona sur, interior, no cuenta con afloramientos relevantes, la Trasmiera norte, más abierta y cercana a la costa, posee numerosos afloramientos. Muchos de éstos presentan un acceso fácil pues las formaciones no son muy profundas y se localizan en bancos muy cercanos a la superficie, y en ocasiones (Galizano, Somo, Ajo), en las proximidades de la costa, rías o áreas que se corresponden con quiebras del terreno. Esto permitía el transporte de la piedra por mar, más fácil y económico que por tierra.

Todos los tipos de afloramientos que encontramos en Trasmiera son de rocas de origen sedimentario. Ahora bien, bajo esta primera clasificación se agrupan diversidad de rocas que pueden englobarse en tres grandes grupos dependiendo de los procesos de formación que sufren. En el territorio que analizamos se encuentran presentes todas, ya que consta la presencia de canteras de areniscas, conglomerados y lutitas (detriticas), margas (mixtas) y calizas (químicas orgánicas).

Al mismo tiempo, la variedad de mezclas y composiciones de las piedras posibilitan la diversificación de las labores de trabajo, pudiéndose ocupar los canteros en tareas que van desde el mero desbaste de piezas grandes hasta el tallado minucioso de elementos decorativos de menor tamaño. Es indudable que por lo general las piedras con las que se contaba en la Merindad de Trasmiera presentaban un grado medio de dureza inferior al de otras rocas como los granitos y mármoles. De ahí que la especialización y cualificación del cantero venga marcada por el tipo de piedra que emplee en sus trabajos. Así, los artífices que intervinieron en la obra del Monasterio de San Lorenzo de El Escorial debieron familiarizarse con el granito, procedente de la sierra madrileña y empleado en su construcción. Es así como se puede formar un gran "taller" de labra con la formación de buenos labrantes que transmitirían sus conocimientos estereotómicos a las generaciones siguientes estableciendo una línea evolutiva dentro del colectivo de los maestros canteros trasmeranos. Este taller supuso un cambio radical en la organización del trabajo de la piedra, pues una persona nombrada para ello se dedicaba

en exclusiva a la elección de canteras y la supervisión del corte y labrado de la piedra en la propia cantera<sup>25</sup>.

Con todo, la cantería aparece en Trasmiera no tanto por condicionamientos geológicos y naturales sino más por una determinada realidad socio-económica. No existe ninguna razón concluyente que nos incline a pensar que la geología sea el factor determinante sino únicamente uno más de los múltiples factores que motivan el desarrollo del arte de la cantería en la Merindad. De ahí que territorios como los de la Junta de Voto no quedan excluidos del fenómeno de la cantería, sino al contrario vivan un fuerte desarrollo de ésta a pesar de no contar con afloramientos pétreos destacados en su zona. Lo mismo podemos decir de las cuencas del Asón y del Agüera, territorios fuera de la Merindad de Trasmiera en los que como ya hemos mencionado la explotación de las canteras locales era costosa, a pesar de lo cual son numerosos los canteros oriundos de esta zona.

En la segunda mitad del siglo XVIII el Padre Pontones escribe un libro dedicado a la *Architectura hydraulica en las fabricas de puentes*<sup>26</sup>. El manuscrito, que se conserva en la Biblioteca del Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid, se encuentra dividido en cuatro tratados. En el tercero de ellos, dedicado al Conocimiento de los materiales, sus propiedades y el modo de ponerlos en obra, menciona distintos tipos de piedras y así distingue entre “piedra arenosa o berroqueña, la muela o piedra de amolar, la caliza o piedra de cal y el pedernal”. En lo relativo a la calidad de la piedra afirma que ésta será buena “si fuere solida de uniforme consistencia y dureza, en todas sus partes de color igual y perfecto, sin venas o pelos que llaman los oficiales si su grano es fino unido y liso, si parte derecho el corte si las rajas salen mui limpias y dan cierto sonido claro”.

A su vez, podemos distinguir varios tipos de piedras teniendo en cuenta su tamaño y forma en opinión de R. Fontoira<sup>27</sup>:

Bloque (trozo de piedra grande extraído de la cantera).

Mampuesto (bloque de pequeña dimensión sin desbastar).

Ripio (piedra irregular empleada como material de relleno).

Sillar (piedra desbastada y tallada de gran tamaño).

25 Sobre este cambio organizativo y sus consecuencias; BARBÉ-COQUELIN DE LISLE, Geneviève, “Progresos de la cantería y nivel científico en España en la época de Juan de Herrera”, *Actas del Simposio Juan de Herrera y su influencia. Camargo, 14/17 Julio 1992*, Santander, Fundación Obra Pía Juan de Herrera, Universidad de Cantabria, 1993, pp. 129-135.

26 El título completo del manuscrito es *Architectura hydraulica en las fabricas de puentes. Methodo de proyectarlos y repararlos. Instruccion a los maestros de quanto conviene saber para executar esta calidade de obras. Commenzo este libro el Padre Pontones año de 1759 y le concluyo el año de 1768*, Biblioteca Colegio de Arquitectos de Madrid, signatura 31 FA-32 / XVIII-138.

27 FONTOIRA SURÍS, Rafael, *Fábricas de cantería*, Diputación Provincial de Pontevedra, 2000.

Sillarejo (sillar de pequeñas dimensiones).

Laja (mampuesto o sillar de reducido espesor y gran superficie).

Canto (mampuesto redondo por efecto de la erosión).

Carretal (sólido capaz de un sillar, con las creces de cantera, antes de su talla).

En los edificios, las piedras, en algunas ocasiones, llevan marcas (las llamadas “marcas de cantero”<sup>28</sup>). Según Cooper, existen en teoría tres tipos de marcas: la marca del “pedrero”, que se realiza en la cantera; la marca del cantero, que individualiza el trabajo realizado y permite su paga; y la marca que indica la ubicación del sillar en la construcción<sup>29</sup>. Se han buscado sus orígenes en edificios antiguos de Egipto, Mesopotamia, Grecia y antigua Roma, con significado mitológico o histórico, pero no es hasta el siglo XIX cuando aparecen los primeros estudios sobre las marcas de canteros, relacionándolas con la astrología y la magia. Viollet-le-Duc, en 1868, las define como “signos lapidarios pertenecientes a la categoría de firmas personales de los canteros, aparejadores y Maestros de Obra, que en muchos casos servían para señalar el trabajo realizado por cada uno, para así determinar el estipendio correspondiente”<sup>30</sup>. Además, también servían para marcar la posición y ensamblado de las piedras para que el albañil las colocara en una posición determinada y constituían signos que permitían identificar las logias, gremios y talleres en la Edad Media. Puente López afirma en su obra del 2006, que las marcas de canteros, hacen referencia “a su nombre (en forma de inicial o monograma), a sus creencias o devociones (un objeto simbólico o alegórico), a su estado social o profesión pasada o presente (un signo de esclavitud o un útil) o la época en que se labró la obra (un signo astrológico, etc.)”<sup>31</sup>. Ningún documento menciona las marcas de cantería realizadas por canteros trasmeranos.

28 Sobre las marcas de cantero tratan numerosas obras; LAMPÉREZ Y ROMEA, Vicente, *Historia de la Arquitectura Cristiana Española en la Edad Media*, Madrid, 1930; ÍÑIGUEZ ALMECH, Francisco, *Signos medievales. Iconografía y arquitectura*, Madrid, Consejo Superior Investigaciones Científicas, 2003; GÓMEZ CANALES, Francisco, *Manual de cantería*, Aguilar de Campoo, Fundación Santa María la Real, marzo 2008; *Moreruela un Monasterio en la Historia del Cister; catálogo de marcas de cantería*, Junta de Castilla y León, 2008; KOCH, Rudolf, *El libro de los símbolos. Dibujo y descripción de 493 símbolos, signos, marcas de cantería, monogramas, runas, etc.*, Madrid, 2010; y ROMERO MEDINA, Raúl, *Diccionario bibliográfico de signos lapidarios de España. La Taille d'Aulme*, Bruselas, Centre International de Recherches Glyptographiques, 2012.

29 COOPER, Edward, *Castillos señoriales de Castilla de los siglos XV y XVI*, Madrid, 1980.

30 VIOLLET-LE-DUC, Eugène, *Dictionnaire Raisoné de l'Architecture Française du XIe au XVIe siècle*, París, A. Morel éditeur, 1868, V. I.

31 PUENTE LÓPEZ, Juan Luis, *Firmado en la piedra por los maestros canteros medievales*, León, 2006, 5ª edición.

## 2. LA CAL Y LAS INNOVACIONES TÉCNICAS

El cemento se forma por la calcinación de calizas y arcillas y es capaz de fraguar tanto en el aire como debajo del agua. Los romanos lograban cemento a partir de la mezcla de cal, polvo de puzol y piedra tosca, o cal y ladrillo molido. Posteriormente, para su fabricación se utilizaron margas calcinadas o de cal y puzolanas artificiales con arena, grava y piedras. Se obtenían así masas capaces de fraguar bajo el agua formando un cuerpo sólido y compacto idóneo para cimientos y obras en contacto con el agua<sup>32</sup>.

En la Merindad de Trasmiera el surgimiento y desarrollo de la cantería aparece condicionado también por la existencia de caleros, pues ha de tenerse en cuenta que mayoritariamente se trabaja con mampostería, la cual necesita cal si quieren cohesionarse las piezas de mampuesto, pero también es necesaria para la cohesión de la sillería. La cal aparece definida como el “producto obtenido por la calcinación de piedra caliza, utilizado en la composición del mortero o argamasa”<sup>33</sup>.

De la importancia de la producción de cal desde épocas tempranas puede darnos idea la referencia a los encaladores griegos que aparece en la traducción al castellano que realiza Miguel de Urrea en 1569 de la obra de Vitruvio *De Architectura*<sup>34</sup>. Se afirma que dichos encaladores realizan obras firmes gracias al empleo del mortero resultado de la mezcla de cal y arena. En el *Codex Theodosianus*, fechado en el año 438, se menciona al grupo de artesanos dedicado a la elaboración de cal<sup>35</sup>. Asimismo, en latín existe el término *calcarius*, que hace referencia al calero o especialista en la fabricación de cal<sup>36</sup>. Siglos después, en el XVII, Sebastián de Cobarruvias definía la cal como “la piedra quemada convertida en blandos terrones, que se desmoronan y buelven en polvo. Esta, mezclada con la arena, es la travazón de las

---

32 GÓMEZ CRESPO, Juan Carlos, “De las cales, cales hidráulicas, cementos y hormigones”, *Cimbra*, año XLIII, 375 (mayo-junio 2007), Madrid, Colegio de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas, pp. 28-37.

33 ARRÚE UGARTE, Begoña y MOYA VALGAÑÓN, José Gabriel (coord.), *Catálogo de puentes anteriores a 1800. La Rioja*, Logroño, Gobierno de La Rioja, Instituto de Estudios Riojanos, Ministerio de Fomento, Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, 1998, V. II, p. 941.

34 *De Architectura, dividido en diez libros. Traducidos en castellano por Miguel de Urrea. Architecto*, Alcalá de Henares, 1582.

35 ADAM, Jean Pierre, *La Construction Romaine. Materiaux et techniques*, París, Ed. Picard, 1984, p. 85.

36 CABALLOS RUFINO, Antonio, “Los medios humanos y la sociología de la construcción en la Antigüedad”, en GRACIANI, Amparo (ed.), *La técnica de la arquitectura en la Antigüedad*, Universidad de Sevilla, 1998, pp. 37-56.

pedras en los edificios"<sup>37</sup>. De ahí que considerase a la obra de cal y canto, firme y dura al estar dotada de buena trabazón.

Se hace aquí precisa la distinción entre varios términos que pueden resultar equívocos: mortero, argamasa, froga, calcina y cemento<sup>38</sup>. El mortero es la mezcla de cal y arena, mezcla que se emplea para aportar una cierta cohesión a los elementos de piedra y lograr un mejor reparto de las cargas. Su papel de unión no es similar al de un adhesivo o cola, ya que permite que la construcción no sea monolítica ni indeformable<sup>39</sup>.

Según Covarrubias, la argamasa es la "masa de la tierra arzilla que es una tierra blanquecina. Haze una obra muy fuerte y perpetua, como se vee de las ruinas que han quedado de mil y quinientos y dos mil años atrás, que son desta argamasa". En el *Léxico de Alarifes de los Siglos de Oro* de Fernando García Salinero se cita el *Vocabulario de Términos de Arte* de José Ramón Mérida, que dice que la argamasa es la "composición de cal, almendrilla o grijo menudo, y rocallas"<sup>40</sup>. En la escritura de obligación y fianza de la obra de un molino en Somo (Cantabria) en 1671 se alude al empleo de argamasa para cohesionar la construcción<sup>41</sup>.

En la obra de Sebastián de Cobarruvias se entiende la calcina como la mezcla de cal y materiales de piedras menudas y Salinero recoge el término froga como la lechada de mezcla que se dispone sobre las hiladas de ladrillo para unir las por sus juntas. La froga ha de estar bien macizada para lograr un buen asiento de los materiales en la obra<sup>42</sup>. En el siglo XVI el término frogar se usaba tanto para la fábrica de ladrillo como para la de piedra<sup>43</sup>.

Ya entre los romanos se emplea el mortero de cal, que en el siglo II a.C. se desarrolla dando lugar al hormigón ("opus caementicium"), obtenido de

37 *Tesoro de la Lengua Castellana o Española compuesto por el Licenciado Don Sebastián de Cobarruvias Orozco, capellán de su magestad, maestresala y canónigo de la Santa Yglesia de Cuenca, y Consultor del Santo Oficio de la Inquisición. Madrid, 1611*, Madrid, Ediciones Turner, 1977.

38 Sobre la evolución de los términos cemento y hormigón trata; GÓMEZ CRESPO, Juan Carlos, "De las cales, cales hidráulicas, cementos ...".

39 FROIDEVAUX, Yves Marie, *Techniques de L'Architecture Ancienne ...*

40 MÉLIDA, José Ramón, *Vocabulario de Términos de Arte*, Madrid, 1887; GARCÍA SALINERO, Fernando, *Léxico de Alarifes de los Siglos de Oro*, Madrid, Real Academia Española, 1968.

41 AHPC, Secc. Protocolos, legajo 4.941, 1671. Ante Francisco Lafuente Velasco.

42 Sobre referencias a la froga en las condiciones de obra véanse; AHPC, Secc. Protocolos, legajo 4.887, 1614, ff. 61-63v. Ante Pedro de Cubas; AHPC, Secc. Protocolos, legajo 4.939, 1654, ff. 165-166v. Ante Francisco Lafuente Velasco; AHPC, Secc. Protocolos, legajo 4.940, 1664. Ante Francisco Lafuente Velasco; y AHPC, Secc. Protocolos, legajo 5.001, 1685, ff. 176-177v. y 178-179v. Ante Juan de la Cantera.

43 CÓMEZ, Rafael, *Los constructores de la España medieval*, Sevilla, Publicaciones de la Universidad de Sevilla, 2001.

la mezcla de polvo de piedra puzzolana y cal. Precisamente Vitruvio afirma que este mortero contaba con propiedades hidráulicas que hacían posible su empleo en obras en contacto con el agua y por consiguiente un espectacular avance de las obras públicas a las que dotaba de solidez en sus cimientos<sup>44</sup>.

Los términos cemento y cementar son frecuentes en las escrituras que protocolizan los contratos de obra. Sirvan de ejemplo las que tratan en 1604 sobre la construcción de una casa en Carriazo (Cantabria), donde se especifica que la obra ha de ejecutarse desde “el paymento de la tierra hasta la cornixa de arriba y bien cementado en la pena pues que la ay con sus ysquinales vien labrados”<sup>45</sup>. Igualmente en 1604 se ha de levantar un muro de piedra en la huerta de la casa, obligándose el propietario de la misma, Fernando de la Portilla, a suministrar la cal y la arena necesarias. Vuelve a aclararse que el muro ha de estar bien cementado<sup>46</sup>.

En la obra de un molino en 1667 en el barrio de Mojante de Suesa, Junta de Ribamontán, vuelve a determinarse que lo construido de nuevo “se a de cementar en tres pies de grueso en cimiento bueno y firme”<sup>47</sup>.

La importancia del empleo de la cal es tal que durante toda la Edad Moderna es práctica habitual en las tierras trasmeranas la solicitud de licencias para realizar caleros en los que fabricar cal<sup>48</sup>. De la calidad y cantidad de cal empleada en una obra dependía en gran medida la cimentación, parte esencial de la construcción. En ocasiones se suscriben contratos protocolizados ante notario para la elaboración de caleros. Tal es el caso del establecido el 25 de marzo de 1678 entre los maestros de cantería de Miera Francisco Pérez de Irias y Agustín Gómez de Rebollar, a cuyo cargo se encontraba la obra de la torre de la iglesia de Miera, y sus vecinos Cristóbal Ortiz, Andrés Gómez y Antonio Gómez por el que los segundos se obligaban a cortar la madera necesaria para un calero con destino a la obra de la torre “y ronper la oya para el que a de tener desde los pozos asta el pabimento de la tierra de alto quince pies y de diametro doce pies los quales doce y quince pies a de ser

---

44 Véanse sobre los morteros romanos; BEN YAIR, M., *Durability of Roman mortars and concretes for hydraulic structures at Caesarea and Tiberias*, Prague, Rilem, 1961; FURLAN, Vinicio y BISEGGER, Paul, “Les mortiers anciens: histoire et essais d’analyse scientifique”, *Revue suisse d’Art et d’Archéologie*, 32 (1975); <http://doi.org/10.5169/seals-166356>. Citados en ALEJANDRE SÁNCHEZ, Francisco, “Los morteros en la Antigüedad”, en GRACIANI, Amparo (ed.), *La técnica de la arquitectura en la Antigüedad*, Universidad de Sevilla, 1998, pp. 79-96.

45 AHPC, Secc. Protocolos, legajo 4.887, 1604, ff. 31-33v. Ante Pedro de Cubas.

46 AHPC, Secc. Protocolos, legajo 4.887, 1604, ff. 35-37. Ante Pedro de Cubas.

47 AHPC, Secc. Protocolos, legajo 4.941, 1667. Ante Francisco Lafuente Velasco.

48 Sobre el proceso de obtención de la cal; MARTÍNEZ ROSSY, Isabel y otros, *Caleros y canteros*, Salamanca, 1986.

lleno de piedra calear y darle vien cocido con la copa y demas”, trabajo por el que recibirían un pago de 240 reales<sup>49</sup>.

En tierras de La Rioja acuerdan en 1683 los maestros trasmeranos Pedro y Fernando de la Puente Liermo la realización de una calera junto al río Ebro con Francisco de Zarrabeitia para las obras de reparo que los primeros tenían a su cargo en el puente de San Vicente de la Sonsierra. Zarrabeitia se comprometía a entregar la cal exclusivamente a dichos maestros aunque otros le ofreciesen más dinero por ella. Los Puente Liermo le entregarían a él dos reales por cada fanega de cal en piedra y un real por cada fanega de cal en polvo, además de la comida mientras durase su trabajo<sup>50</sup>.

En 1699 otra escritura establece las condiciones por las que el maestro Simón de Liaño contrata la cal con destino a la obra de la presa del molino propiedad de los hermanos Francisco y Agustín de Hermosa, Caballeros de la Orden de Calatrava, en la mies de Novales del lugar de Pámanes<sup>51</sup>.

En la mayor parte de las obras contratadas por maestros canteros trasmeranos son estos mismos los encargados de la realización del mortero, especificándose en las condiciones de obra las proporciones necesarias tanto de cal como de arena para la obtención de la mezcla idónea para la ejecución de los trabajos.

A mayor envergadura de la obra, mayor diferenciación de labores y por lo tanto mayor grado de especialización de los trabajadores. Por consiguiente, será en la construcción de catedrales, grandes templos, palacios, monasterios... donde formarán parte de la nómina de artífices personas encargadas en exclusiva de la preparación de la cal y la arena para la elaboración del mortero. Con todo, la elaboración de la cal parece recaer en profesionales específicos, aunque no sería extraño que los propios canteros se encargasen de la obtención de cal en aquellas empresas de pequeño calado que contasen con presupuestos reducidos<sup>52</sup>.

Los documentos protocolizados ante escribano o notario en los que es mencionada la cal para la ejecución de obras de cantería son numerosos. Frecuentemente se especifica la proporción necesaria de cal y arena que debe mezclarse para formar el mortero de unión de las piezas de piedra. Las es-

49 AHPC, Secc. Protocolos, legajo 5.010, 1678, ff. 42-42v. Ante Juan Pérez de Irias.

50 ARRÚE UGARTE, Begoña y MOYA VALGAÑÓN, José Gabriel (coord.), *Catálogo de puentes...*, V. I, p. 738.

51 AHPC, Secc. Protocolos, legajo 5.033, 1699, ff. 198 y ss. Ante Domingo de la Hoz.

52 Sin embargo, puede ocurrir que en una empresa arquitectónica pequeña como la de la iglesia parroquial de El Bosque hacia 1626 encontremos una clara especialización de las labores y trabajos. Así, se contratan por separado con distintos maestros la dirección de obra, la saca y desbaste de piedra, el transporte y labra de sillares y la labra de molduras; ARAMBURU-ZA-BALA HIGUERA, Miguel Ángel y LOSADA VAREA, Celestina, “La iglesia parroquial...”.

crituras especifican una mezcla por mitad (la misma cantidad de cal que de arena)<sup>53</sup> o una proporción en la que la arena tenga una parte más que la cal (una parte de cal y dos de arena, o dos partes de cal y tres de arena)<sup>54</sup>.

La piedra se asienta en la obra sobre un “lecho de cal” o una “cama de cal”, expresiones que encontramos en las escrituras que determinaban las condiciones para la ejecución de los trabajos<sup>55</sup>.

Otros aspectos relativos a la cal que se tienen en cuenta a la hora de establecer las condiciones sobre las que se regirá una obra son la procedencia del material así como el tipo de piedra empleado en su obtención y quien debe encargarse de su suministro<sup>56</sup>. El coste de la cal puede ser asumido por la persona o institución que encarga la obra<sup>57</sup>, aunque normalmente parece que es el maestro responsable de la misma quien se obliga a hacerse cargo

53 AHPC, Secc. Protocolos, legajo 4.887, 1614, ff.61-63v. Ante Pedro de Cubas (reedificio de un cuarto en la ermita de Nuestra Señora de la Higuera en Galizano); AHPC, Secc. Protocolos, legajo 4.937, 1643, ff. 60-61v. Ante Francisco Lafuente Velasco (reedificio de un molino en Suesa); AHPC, Secc. Protocolos, legajo 4.937, 1644, ff. 144-145v. Ante Francisco Lafuente Velasco (obra en un molino de Carriazo); AHPC, Secc. Protocolos, legajo 4.939, 1654, ff. 165-166v. Ante Francisco Lafuente Velasco (obra de un molino para Juan de la Llama y Velasco, vicario de Trasmiera); AHPC, Secc. Protocolos, legajo 4.941, 1667. Ante Francisco Lafuente Velasco (obra en un molino de Suesa); AHPC, Secc. Protocolos, legajo 5.001, 1685, ff. 176-177v. y 178-179v. Ante Juan de la Cantera (obra de una capilla en la iglesia de San Miguel de Linares en el valle vizcaíno de Arcentales); AHPC, Secc. Protocolos, legajo 5.035, 1691, ff. 68-69v. Ante Juan Antonio Lafuente Velasco (obra de la torre del colegio de la Compañía de Jesús).

54 AHPC, Secc. Protocolos, legajo 4.904, 1619, ff. 95 a 103. Ante Juan Calderón (obras de la ermita de San Roque y del hospital de San Andrés en Galizano); AHPC, Secc. Protocolos, legajo 4.958, 1655, ff. 87-89v. Ante Miguel de Oruña (obra de una iglesia en La Revilla, valle de Soba); AHPC, Secc. Protocolos, legajo 5.001, 1684, ff. 138-140v. Ante Juan de la Cantera (obra de dos camarines y sacristía en la iglesia parroquial de Galizano); AHPC, Secc. Protocolos, legajo 5.035, 1694, ff. 10-11. Ante Juan Antonio Lafuente Velasco (obligación y fianza de la obra de una capilla en la iglesia parroquial de Castanedo); AHPC, Secc. Protocolos, legajo 150, 1698, ff. 455 y siguientes. Ante Antonio Cacho (obra de “escalera, portico y arco triunfal” en la Iglesia Colegial de Santander); AHPC, Secc. Protocolos, legajo 5.029, 1704 (obra de cantería en la iglesia parroquial de San Martín de Ajo); AHPC, Secc. Protocolos, legajo 5.139, 1779, ff. 136-138. Ante Diego Manuel de Oruña (obra del pórtico de la iglesia parroquial de Santa María de Cudeyo en Valdecilla).

55 Tal es el caso de las condiciones del reedificio de un molino entre Galizano y Carriazo; AHPC, Secc. Protocolos, legajo 4.873, 1598, ff. 41-42v. Ante Juan Calderón Güemes, y de las que se emplean en la construcción de dos camarines y sacristía en la iglesia parroquial de Galizano; AHPC, Secc. Protocolos, legajo 5.001, 1684, ff. 138-140v. Ante Juan de la Cantera.

56 AHPC, Secc. Protocolos, legajo 150, 1697. Ante Antonio Cacho. Condiciones para la obra de la iglesia, claustro, cuarto y demás dependencias del convento de Santa Cruz de Santander; y AHPC, Secc. Protocolos, legajo 150, 1698, ff. 455 y siguientes. Condiciones para la obra de “escalera, Portico y arco triunfal” en la Iglesia Colegial de Santander.

57 Obra en un molino propiedad del convento de Santa Catalina de Corbán (Cantabria); AHPC, Secc. Protocolos, legajo 4.937, 1643, ff. 187-188v. Ante Francisco Lafuente Velasco.

del suministro de la cal, al igual que del resto de materiales necesarios<sup>58</sup>. De ahí, que en caso de cesión de obra de un maestro a otro, los pertrechos, herramientas y materiales formen parte de dicho traspaso. Tal es el caso de la cesión de la obra del puente de Logroño<sup>59</sup>.

Asimismo se mencionan tanto las maneras de preparar los morteros de cal como el tiempo necesario para que la mezcla se encuentre en perfectas condiciones para su empleo en la obra. En este punto existen múltiples variantes pues las condiciones de obra establecen para la cal diferentes tiempos de reposo una vez preparada, tiempos que probablemente vengan determinados por el tipo de trabajo en el que va a ser empleada<sup>60</sup>. Igualmente se advierte que la cal ha de dejarse durante un tiempo en un alberque con agua para conseguir que repose y posea buena calidad y que en la mezcla pueden emplearse claras de huevos<sup>61</sup>.

En la Roma del Renacimiento<sup>62</sup>, la cal, a diferencia del ladrillo, era producida y comercializada por un conjunto heterogéneo de pequeños y grandes mercaderes que se organizaban en una estructura corporativa o “*minima forma di associazione de mestiere*”. Se trata de un sector que deja abierto el paso a la libre iniciativa individual y a la inserción en su grupo de nuevos miembros.

En el siglo XVIII la producción y el comercio de cal en Roma son regulados por disposiciones ya fijadas en el siglo anterior<sup>63</sup>. Así, el bando de 1658

58 AHPC, Secc. Protocolos, legajo 5.035, 1691, ff. 68-69v. Ante Juan Antonio Lafuente Velasco; AHPC, Secc. Protocolos, legajo 5.035, 1694, ff. 10-11; AHPC, Secc. Protocolos, legajo 150, 1698, ff.455 y ss. Ante Antonio Cacho; AHPC, Secc. Protocolos, legajo 5.111, 1754, ff. 97-99v. Ante José Francisco Lafuente Isla; AHPC, Secc. Protocolos, legajo 5.112, 1757, ff.179-180. Ante José Francisco Lafuente Isla; AHPC, Secc. Protocolos, legajo 5.219, 1786, ff. 105-106v. Ante Fabián Antonio de la Fuente.

59 AHPC, Secc. Protocolos, legajo 4.887, 1616, ff. 42-45. Ante Pedro de Cubas.

60 AHPC, Secc. Protocolos, legajo 5.035, 1694, ff. 10-11. Ante Juan Antonio Lafuente Velasco (quince días); AHPC, Secc. Protocolos, legajo 5.001, 1685, ff. 176-177v. y 178-179v. Ante Juan de la Cantera (dos meses); AHPC, Secc. Protocolos, legajo 4.937, 1643, ff. 60-61v. Ante Francisco Lafuente Velasco (cal obtenida en el año); AHPC, Secc. Protocolos, legajo 4.939, 1654, ff. 165-166v. Ante Francisco Lafuente Velasco (amasada ocho días antes de su empleo).

61 AHPC, Secc. Protocolos, legajo 4.939, 1654, ff. 165-166v. Ante Francisco Lafuente Velasco; y AHPC, Secc. Protocolos, legajo 4.958, 1655, ff. 87-89v. Ante Miguel de Oruña.

62 AIT, Ivana e VAQUERO PIÑEIRO, Manuel, *Dai casali alla fabbrica di San Pietro. I leni: nomi d'affari del Rinascimento*, Roma, Ministero per I beni e le attività culturali, Ufficio Centrale per I beni archivistici, 2000; y VAQUERO PIÑEIRO, Manuel, “La gabella dei calcarari. Note sulla produzione di calce e laterizi a Roma nel Quattrocento”, en LANCONELLI, Angela e AIT, Ivana, *Maestranze e cantieri edili a Roma e nel Lazio. Lavoro, tecniche, materiali nei secoli XIII-XV*, Roma, Vecchiarelli, 2002, pp. 137-154.

63 SCAVIZZI, C. P., *Edilizia nei secoli XVII e XVIII a Roma. Ricerca per una storia delle tecniche. Quaderni 6*, Roma, Ministero per I Beni Culturali e Ambientali, Ufficio Studi, 1983.

estabiliza el precio y el de 1673 prohíbe el monopolio, marcando las leyes que regulan toda labor relacionada con la cal<sup>64</sup>. A finales del XVIII, se produce un incremento de precios que desencadena un enfrentamiento entre “capomastri e muratori a mercanti”, es decir, entre maestros y canteros con los mercaderes. Incluso se llega a recurrir al Papa en un memorial en el que se denuncian la inobservancia de las normas y el aumento de los costes y de los precios.

A diferencia de lo que ocurre en Roma, en otros lugares como Santiago de Compostela, la cal resulta un material difícil de conseguir pues no se cuenta con un oficio implantado que se ocupe de su elaboración y ha de recurrirse a la vecina Portugal. Así, los barcos parten de Pontecesures hacia la zona de Coimbra para comprar allí la cal a maestros locales, lo cual encarece notablemente su precio<sup>65</sup>.

Diego de Sagredo en sus *Medidas del Romano* cree buena la cal hecha de piedra “espessa fistulosa y llena de agujeros como son los pedrenales de fuego”<sup>66</sup>. En 1598 ve la luz la obra de Cristóbal de Rojas *Teoria y practica de fortificacion conforme a las medidas y defensas destos tiempos repartidas en tres partes*<sup>67</sup>, en la que el capítulo II de la tercera parte trata sobre la mezcla de cal y arena, señalándose que una buena mezcla es aquella que se realiza con arena procedente de cantera y cal proveniente de piedra dura y espesa. La proporción de dos partes de arena por una de cal constituye la proporción idónea, pero cuando se recurre a arena de mar o río ha de prepararse la mezcla con dos partes de cal y tres de arena, mientras que si la cal es “floja” ha de emplearse tanta cantidad de cal como de arena. Además de las proporciones adecuadas, ha de cuidarse el tiempo de reposo del mortero, no siendo inferior éste a 30-40 días, prefiriéndose la primavera y el otoño para llevar a cabo las mezclas de cal y arena.

Otro capítulo de la obra de Rojas se ocupa de los ahorros económicos que pueden llevarse a cabo en las obras. El autor, formado en el arte de la cantería, trata de diferentes fraudes que cometen los arquitectos, entre ellos el de la cal. Este material, parte fundamental en la construcción, veía a me-

64 El bando de 1673 se denomina “Bando, et ordini da osservarsi dalli mercanti calcarari, conduttori, cavallari e rivenditori di calce, e da muratori, e altri compratori di essa”.

65 FERNÁNDEZ SALAS, José, “El oficio de la construcción durante el Renacimiento compostelano”, *Actas del III Congreso Nacional de Historia de la Construcción. Sevilla, 26-28 de Octubre de 2000*, Sevilla, 2000, V. I, pp. 291-301.

66 SAGREDO, Diego de, *Medidas del Romano: necesarias a los oficiales que quieren seguir las formaciones de las Basas/ Columnas/ Capiteles/ y otras piezas de los edificios antiguos*, Toledo, 1526.

67 ROJAS, Cristóbal de, *Teoria y practica de fortificacion conforme a las medidas y defensas destos tiempos repartidas en tres partes*, por Luis Sánchez. Madrid, 1598, Madrid, Edición de Eduardo de Mariátegui, 1985.

nudo mermada su calidad, y así afirmaba Rojas que “al tiempo del hazer la calera, buscan piedras toscas, y muy blandas, por ser faciles de cozer, y menos costosas de sacar de la cantera, porque la hallan suelta por campaña, y respeto desto va a dezir en el precio la mitad del dinero”<sup>68</sup>. Es decir, los propios fabricantes de la cal logran más beneficios vendiendo una cal de menor calidad como si fuese de buena factura. Y normalmente, el fraude era conocido por los maestros canteros y demás personal técnico que ejecutaba la obra, que solían valerse también del engaño para su beneficio económico propio.

Durante la segunda mitad del siglo XVI ven la luz *Los Ventiún Libros de los Ingenios y de las Máquinas*, obra de Pedro Juan de Lastanosa<sup>69</sup>. En el libro número diecisiete se trata sobre la elaboración de la calcina, afirmando que las opiniones en cuanto a la mejor piedra para elaborar calcina son diversas, pues mientras unos piensan que la piedra óptima es la dura, otros creen que es mejor el empleo de piedra de dureza media. Según Catón el empleo de guijarros para elaborar cal no es bueno, al igual que también se desaprueba la cal procedente de piedra caracolina. En cambio, la calcina resultante de la piedra de pedernal es muy buena, pues entre sus características está la grasa, que permite una mejor ligazón.

Los arquitectos de la Antigüedad valoraban altamente la calcina de piedra blanca dura ya que con ella se puede “hazer qualquier cosa en los edificios por racon que haze muy maravillosa pressa con las piedras”. Otra calcina buena es la resultante de la piedra ligera, que se emplea en el blanqueado de paredes.

Para la elaboración de una buena mezcla de cal y arena se recomienda mayor proporción de la segunda respecto a la primera, eligiéndose instrumentos adecuados tanto para la cocción de la piedra en el horno, tras lo cual ha de dejarse secar y matarla para proceder a la elaboración del mortero junto a la arena. En cuanto a la arena, se diferencia entre la proveniente de cava, de río y de mar, siendo la mejor de todas ellas la primera. Dentro de la arena de cava destaca la denominada por los italianos “Gaia delgada”, proveniente de piedras pequeñas y delgadas.

Fray Lorenzo, en el capítulo XXV de su *Arte y Uso de Arquitectura*<sup>70</sup>, titulado “Trata de la cal y arena, y modo de mezclarla”, cita a Vitruvio, quien recomendaba la cal de pedernal, es decir la procedente de piedra dura y firme. Una vez escogida la piedra que se empleará en la obtención de la cal, ha de

68 ARAMBURU-ZABALA HIGUERA, Miguel Ángel, *Fraude y Corrupción en la Arquitectura del Siglo de Oro*, Santander, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cantabria, 2001.

69 *Los Veintiún Libros de los Ingenios y Máquinas de Juanelo Turriano*, Madrid, Edición facsímil de la Fundación Juanelo Turriano, 1996.

70 SAN NICOLÁS, Fray Lorenzo de, *Arte y Uso de Arquitectura*, Madrid, 1796, Edición facsímil de la de Plácido Barco López, Zaragoza, 1989.

ser cocida y mojada, tras lo cual se dejará reposar en lugar húmedo hasta que tenga que emplearse. Entonces habrá de mojarse de nuevo y mezclarse con arena en las proporciones justas, que suelen establecerse en la mayor parte de los contratos de obra. Fray Lorenzo aconseja que si la arena empleada es de río la proporción sea de dos partes de arena por una de cal, y si la arena es de mina, cinco partes de arena y dos de cal. Esto cuando la cal se emplea en el mortero, porque cuando se hace uso de ella para el revoco, no ha de llevar arena, sin o que se ha de batir y dejar reposar varios meses cubriéndola con agua para que se mantenga con textura blanda y así permitir un revoco de buena calidad.

Sobre la cal y su importancia en la construcción trata el Padre Pontones, quien en su manuscrito sobre puentes de 1768<sup>71</sup> dedica varios capítulos a la cal, sus calidades y la composición del mortero, para el que da las proporciones de dos partes de arena por una de cal, y tres partes de arena por dos de cal. Pontones concede un papel de primer orden a la cal como material de construcción y le considera “alma de la cantería”. La mejor piedra para obtenerla es la de mármol. Según él, hay que dejarla reposar antes de emplearla para lograr un mortero de buena calidad. Por ello “los romanos no querían que se empleara la cal para sus edificios sino pasaban dos o tres años despues de apagada”.

El Padre Pontones considera de poca calidad la mayor parte de la cal que se utiliza y aboga por una mejora de ésta venciendo “la ignorancia y pereza que reina sobre este particular”. El interés especial por el uso de la cal<sup>72</sup> trae consigo el desarrollo de nuevos procesos y técnicas constructivas, posibilitando una mayor rapidez en la ejecución de obras así como un mayor nivel de seguridad y fortaleza de éstas. Ambas características encajan perfectamente con los deseos de defensa y esplendor de las clases dirigentes. Por un lado, se construyen obras seguras y firmes ante los posibles ataques enemigos y por otro lado el ritmo de trabajo aumenta y en una menor cantidad de tiempo pueden ejecutarse obras que sin el empleo de la cal tardarían mucho más en llevarse a cabo.

Las argamasas basadas en cal se emplean ya en época romana, experi-

---

71 *Architectura hydraulica en las fabricas de puentes. Methodo de proyectarlos y reparalos. Instrucion a los maestros de quanto conviene saber para executar...*

72 VICAT, Louis-Joseph, *Recherches expérimentales sur les chaux de construction, les bétons et les mortiers ordinaires*, París, Chez Goujon, 1818; edición en español: VICAT, Louis-Joseph, *Investigaciones sobre los morteros*, Madrid, INTEMAC, 1999. Sobre la importancia de la cal en el desarrollo de nuevos procesos constructivos; CARITA, Helder, *Lisboa Manuelina e a formação de modelos urbanísticos de época moderna (1495-1521)*, Lisboa, 1999, pp. 157-167; y GÁRATE ROJAS, Ignacio, *Artes de la cal*, Madrid, Ministerio de Cultura, Dirección General de Bellas Artes y Archivos, Instituto de Conservación y Restauración de Bienes Culturales, 1993 (2ª edición ampliada, 2002).

mentándose con ellas en la Edad Moderna para su uso, principalmente, en los muros de edificios de defensa (paredes de piedra y cal)<sup>73</sup>.

Durante el gótico los morteros de cal incrementan su calidad respecto al románico, pero ésta varía en función de la región y edificio que se construye. Viollet-le-Duc afirma en este sentido que los morteros de las obras religiosas eran malos y faltos de consistencia, mientras que en las construcciones militares tenían buena calidad, equiparándose con los morteros romanos<sup>74</sup>.

La experimentación con argamasas de cal se ve reflejada en las reformas que sufren muros de fortificación en algunas plazas de las colonias portuguesas en el norte de África como la de Mazagao, en la que dirige los trabajos el trasmerano Juan del Castillo, que en una carta al propio monarca portugués declara que es primordial para la seguridad de la obra el buscar cimientos firmes con tierra y cal. Cuando los enclaves defensivos se emplazan en zonas cercanas al mar, como ocurre en Mazagao, se busca ante todo la resistencia de los materiales a la acción de las aguas saladas así como su fuerte consistencia. Por ello, en este tipo de edificaciones se emplean argamasas hidráulicas, de gran difusión a partir del segundo decenio del siglo XVI. El ya mencionado Padre Pontones se refiere al mortero empleado en las obras de agua, para cuya obtención se emplean en Francia, Italia y otros países polvo puzolano de Holanda o cenizas de Tornai, mientras que en España para lograr un mortero resistente a la acción del agua en las obras de puentes, estanques y aljibes, se emplean cemento, restos de ladrillos y tejas, restos de vasijas de cerámica, escorias de fraguas y herrerías reducidos a polvo, polvo que se mezcla con cal.

Pero también se hace uso de la cal en otro tipo de estructuras. Así, las cubiertas abovedadas que emplean argamasas de cal se caracterizan por su solidez y flexibilidad estructural. Estas características posibilitan el desarrollo de bóvedas de ladrillo en las que se da una continuidad espacial entre las paredes que actúan como soporte y la propia estructura de cubrición. Asimismo, gracias al empleo de argamasas compactas y rígidas se pueden construir bóvedas mixtas de ladrillo y nervios de piedra; estos últimos desempeñan un papel ornamental, mientras que las paredes adquieren valor

---

73 LORIOT, Mr., *Disertación sobre la argamasa que gastaban los romanos en la construcción de sus edificios*. Traducida al castellano por disposición de Don Simón de Ulloa, Madrid, por Miguel Escribano, 1776.

74 GÁRATE ROJAS, Ignacio, *Artes de la cal*; ÁLVAREZ GALINDO, José Ignacio; MARTÓN PÉREZ, Antonio y GARCÍA CASADO, Pedro J., "Historia de los morteros", *Boletín Informativo del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico*, 13 (1995), Sevilla, Consejería de Cultura de Andalucía, pp. 52-59; ALEJANDRE SÁNCHEZ, Francisco Javier, "Los morteros en la Edad Media", en GRACIANI, Amparo (ed.), *La técnica de la arquitectura medieval*, Universidad de Sevilla, 2001, pp. 235-250; y ALEJANDRE SÁNCHEZ, Francisco Javier, *Historia, caracterización y restauración de morteros*, Sevilla, 2002.

estructural en continuidad con la bóveda. Debido a que los nervios dejan de ser estructuras para convertirse en elementos decorativos con múltiples y variados diseños, encontramos en la arquitectura del siglo XVI las cubiertas abovedadas polinervadas. El “casco” pasa a ser cierre y decoración, mientras que la cal cohesionan la estructura.

Nada mejor para ilustrar el empleo de cal en la construcción de bóvedas que remitirnos a contratos de obra, donde se especifican las condiciones para la ejecución de cubiertas. Así, en 1684, se trata la obra de dos camarines y una sacristía en la iglesia de Galizano (Cantabria), observándose que ha de disponerse una “cama de cal y cascote de teja guarneciendo la voveda con sus fajas en los perfiles de las aristas”<sup>75</sup>. Igualmente, la cal vuelve a emplearse en las bóvedas de una capilla de la iglesia de San Miguel de Linares en el Valle de Arcentales (Vizcaya). Una de las condiciones de obra, fechadas en 1685, dice: “y los yntermedios de los cruzeros seran zerrados con toba y cal echando una capa de cal enzima de dicho zerramiento y bobeda del cruzero como asimismo se ara encima del casco de la media naranja de quatro dedos de alto para que si en algun tiempo cayere alguna gotera no perjudique ni cale dichos cascos”<sup>76</sup>. Como vemos, se emplea la piedra ligera o toba.

La solución de continuidad que se establece entre muros y cubiertas constituye un factor de primer orden en la concepción de las iglesias de planta salón de tres naves de igual altura que se cubren con bóvedas de crucería. La cal tiene una importancia decisiva en el gótico tardío pues forma las estructuras continuas de las bóvedas, enlazándolas además con los elementos portantes y logrando así unificar las estructuras.

La cal se convierte en un elemento importante en el desarrollo de las obras de infraestructura en Castilla, fundamentalmente en las de construcción y reparo de puentes, donde los maestros canteros trasmeranos juegan un papel decisivo. La solidez de estas obras era un tema de vital importancia ya que de ella dependía el que hombres y mercancías pudieran transitar por las diferentes vías de comunicación que recorrían la Península. La cimentación vuelve a ser parte decisiva de la construcción. Así, en 1587, varios maestros, entre los que se encuentran los trasmeranos Rodrigo de la Cantera y Pedro de la Torre Bueras, son los encargados de las condiciones y traza para el reparo del puente de Logroño, dañado por una riada en julio de 1583. En el proyecto se especifica que las hiladas de piedra han de “engrafarse” con grapas de hierro para una mejor sujeción, echándose en las juntas lechadas de muy buena cal que queden bien enrasadas para que las piezas encajen unas con otras y formen una obra sólida y firme. Es precisamente otro trasmera-

75 AHPC, Secc. Protocolos, legajo 5.001, 1684, ff.138-140v. Ante Juan de la Cantera.

76 AHPC, Secc. Protocolos, legajo 5.001, 1685, ff.176-177v. y 178-179v. Ante Juan de la Cantera.

no, Pedro de Rivas, quien queda a cargo de los trabajos, obligándose por las condiciones a que la mezcla de cal y arena estuviese tres meses en reposo antes de su empleo en la construcción, prefiriéndose para la elaboración del mortero, cal de Lapoblación o de Clavijo por su mejor calidad<sup>77</sup>.

Muchos años después, en 1793, el maestro Miguel Gómez queda con la reedificación del puente riojano de Anguciana, encargándose él mismo del suministro de cal, que debía mezclarse a partes iguales con la arena dos meses antes del comienzo de los trabajos<sup>78</sup>.

Sin duda alguna, el empleo de la cal trajo consigo el desarrollo de técnicas innovadoras que sentaron las bases del progreso experimentado por los maestros canteros trasmeranos en distintos campos de la construcción (puentes, abovedamientos, plantas de espacio salón, etc.), progreso éste que les caracterizó como un colectivo de artífices destacado durante la Edad Moderna.

### BIBLIOGRAFÍA

- ADAM, Jean Pierre, *La Construction Romaine. Matériaux et techniques*, París, Ed. Picard, 1984.
- AIT, Ivana e VAQUERO PIÑEIRO, Manuel, *Dai casali alla fabbrica di San Pietro. I leni: nomini d'affari del Rinascimento*, Roma, Ministero per I beni e le attività culturali, Ufficio Centrale per I beni archivistici, 2000.
- ALEJANDRE SÁNCHEZ, Francisco, "Los morteros en la Antigüedad", en GRACIANI, Amparo (ed.), *La técnica de la arquitectura en la Antigüedad*, Universidad de Sevilla, 1998, pp. 79-96.
- ALEJANDRE SÁNCHEZ, Francisco Javier, "Los morteros en la Edad Media", en GRACIANI, Amparo (ed.), *La técnica de la arquitectura medieval*, Universidad de Sevilla, 2001, pp. 235-250.
- ALEJANDRE SÁNCHEZ, Francisco Javier, *Historia, caracterización y restauración de morteros*, Sevilla, 2002.
- ÁLVAREZ GALINDO, José Ignacio; MARTÓN PÉREZ, Antonio y GARCÍA CASADO, Pedro J., "Historia de los morteros", *Boletín Informativo del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico*, 13 (1995), Sevilla, Consejería de Cultura de Andalucía, pp. 52-59.
- ARAMBURU-ZABALA HIGUERA, Miguel Ángel (director), *Catálogo Monumental del Municipio de Liérganes*, Santander, Exmo. Ayuntamiento de Liérganes, 1997.
- ARAMBURU-ZABALA HIGUERA, Miguel Ángel, *Fraude y Corrupción en la Arquitectura del Siglo de Oro*, Santander, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cantabria, 2001.
- ARAMBURU-ZABALA HIGUERA, Miguel Ángel, "La técnica de construcción", en

77 ARRÚE UGARTE, Begoña y MOYA VALGAÑÓN, José Gabriel (coord.), *Catálogo de puentes...*, V. I, pp. 174, 175, 790 y 791.

78 ARRÚE UGARTE, Begoña y MOYA VALGAÑÓN, José Gabriel (coord.), *Catálogo de puentes...*, V. I, pp. 292 y 293.

- GARCÍA BALLESTER, Luis (director), *Historia de la ciencia y de la técnica en la Corona de Castilla I. Edad Media 1*, Salamanca, Consejería de Educación y Cultura de la Junta de Castilla y León, 2002, pp. 445-529.
- ARAMBURU-ZABALA HIGUERA, Miguel Ángel y LOSADA VAREA, Celestina, "La iglesia parroquial de San Juan Bautista de El Bosque (Cantabria)". *Altamira*, LI (1994-1995), Santander, pp. 121-145.
- ARAMBURU-ZABALA HIGUERA, Miguel Ángel y LOSADA VAREA, Celestina, *Catálogo Monumental de las Cuencas del Asón y del Agüera (Cantabria)*, Valle de Ruesga, 2001.
- ARGÜELLES, R., "Rocas en Cantabria", en *Gran Enciclopedia de Cantabria*, Vol.VII, Santander, Editorial Cantabria, 2002, pp. 170-173.
- Architectura hydraulica en las fabricas de puentes. Methodo de proyectarlos y repararlos. Instruccion a los maestros de quanto conviene saber para executar esta calidade de obras. Commenzo este libro el Padre Pontones año de 1759 y le concluyo el año de 1768*, Biblioteca Colegio de Arquitectos de Madrid, signatura 31 FA-32 / XVIII-138.
- ARRÚE UGARTE, Begoña y MOYA VALGAÑÓN, José Gabriel (coord.), *Catálogo de puentes anteriores a 1800. La Rioja*, Logroño, Gobierno de La Rioja, Instituto de Estudios Riojanos, Ministerio de Fomento, Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, 1998.
- BARBÉ-COQUELIN DE LISLE, Geneviève, "Progresos de la cantería y nivel científico en España en la época de Juan de Herrera", *Actas del Simposio Juan de Herrera y su influencia. Camargo, 14/17 Julio 1992*, Santander, Fundación Obra Pía Juan de Herrera, Universidad de Cantabria, 1993, pp. 129-135.
- BEN YAIR, M., *Durability of Roman mortars and concretes for hydraulic structures at Caesarea and Tiberias*, Prague, Rilem, 1961.
- CABALLOS RUFINO, Antonio, "Los medios humanos y la sociología de la construcción en la Antigüedad", en GRACIANI, Amparo (ed.), *La técnica de la arquitectura en la Antigüedad*, Universidad de Sevilla, 1998, pp. 37-56.
- CAGIGAS ABERASTURI, Ana; ARAMBURU-ZABALA HIGUERA, Miguel Ángel y ESCALLADA GONZÁLEZ, Luis de, *Los Maestros Canteros de Ribamontán*, Santander, Ayuntamientos de Ribamontán al Mar y Ribamontán al Monte, 2001.
- CARITA, Helder, *Lisboa Manuelina e a formação de modelos urbanísticos de época moderna (1495-1521)*, Lisboa, 1999.
- CÓMEZ, Rafael, *Los constructores de la España medieval*, Sevilla, Publicaciones de la Universidad de Sevilla, 2001.
- COOPER, Edward, *Castillos señoriales de Castilla de los siglos XV y XVI*, Madrid, 1980.
- CUPELLONI, Luciano, *Antichi cantieri moderni. Concezione, sapere tecnico, costruzione da Iktinos a Brunelleschi*, Roma, 1996.
- De Architectura*, dividido en diez libros. Traducidos en castellano por Miguel de Urrea, *Arquitecto*, Alcalá de Henares, 1582.
- ESCALLADA GONZÁLEZ, Luis de, *El Linaje de Vierna. Fuentes Documentales*, Ayuntamiento de Meruelo, 2006.
- FERNÁNDEZ SALAS, José, "El oficio de la construcción durante el Renacimiento compostelano", *Actas del III Congreso Nacional de Historia de la Construcción. Sevilla, 26-28 de Octubre de 2000*, Sevilla, 2000, V. I, pp. 291-301.

- FONTOIRA SURÍS, Rafael, *Fábricas de cantería*, Diputación Provincial de Pontevedra, 2000.
- FROIDEVAUX, Yves Marie, *Techniques de L'Architecture Ancienne. Construction et Restauration*, Bruxelles, Pierre Mardaga Éditeur, 1993, Segunda edición (Primera edición, Bruxelles, 1987).
- FURLAN, Vinicio y BISSEGER, Paul, "Les mortiers anciens: histoire et essais d'analyse scientifique", *Revue suisse d'Art et d'Archéologie*, 32 (1975); <http://doi.org/10.5169/seals-166356>.
- GÁRATE ROJAS, Ignacio, *Artes de la cal*, Madrid, Ministerio de Cultura, Dirección General de Bellas Artes y Archivos, Instituto de Conservación y Restauración de Bienes Culturales, 1993 (2ª edición ampliada, 2002).
- GARCÍA SALINERO, Fernando, *Léxico de Alarifes de los Siglos de Oro*, Madrid, Real Academia Española, 1968.
- GÓMEZ CANALES, Francisco, *Manual de cantería*, Aguilar de Campoo, Fundación Santa María la Real, marzo 2008, 2ª edición.
- GÓMEZ CRESPO, Juan Carlos, "De las cales, cales hidráulicas, cementos y hormigones", *Cimbra*, año XLIII, 375 (mayo-junio, 2007), Madrid, Colegio de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas, pp. 28-37.
- GÓMEZ DE TERREROS GUARDIOLA, Pedro, "La cantería en Sevilla entre 1248-1430", *Catedral de Sevilla*, Sevilla, Aula Hernán Ruiz, 2008, pp. 125-145.
- ÍÑIGUEZ ALMECH, Francisco, *Signos medievales. Iconografía y arquitectura*, Madrid, Consejo Superior Investigaciones Científicas, 2003.
- KOCH, Rudolf, *El libro de los símbolos. Dibujo y descripción de 493 símbolos, signos, marcas de cantería, monogramas, runas, etc.*, Madrid, 2010.
- LAMPÉREZ Y ROMEA, Vicente, *Historia de la Arquitectura Cristiana Española en la Edad Media*, Madrid, 1930.
- LORiot, Mr., *Disertación sobre la argamasa que gastaban los romanos en la construcción de sus edificios. Traducida al castellano por disposición de Don Simón de Ulloa*, Madrid, por Miguel Escribano, 1776.
- LOSADA VAREA, Celestina, *Juan de Naveda y la arquitectura clasicista de la primera mitad del siglo XVII*, Santander, Universidad de Cantabria, Tesis Doctoral, 2002.
- Los Veintiún Libros de los Ingenios y Máquinas de Juanelo Turriano*, Madrid, Edición facsímil de la Fundación Juanelo Turriano, 1996.
- MARTÍNEZ ROSSY, Isabel y otros, *Caleros y canteros*, Salamanca, 1986.
- MÉLIDA, José Ramón, *Vocabulario de Términos de Arte*, Madrid, 1887.
- Moreruela un Monasterio en la Historia del Cister; catálogo de marcas de cantería*, Junta de Castilla y León, 2008.
- PANCORBO, Luis, "Las canteras de Roma". *El País. El Viajero*, (12-07-2008).
- PEZZI CRISTÓBAL, Pilar, "La cantera de Almayate y su aprovechamiento para la obra de la Catedral de Málaga. La configuración de una efímera actividad extractora", *Baetica. Estudios de Arte, Geografía e Historia*, 27 (2005), Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Málaga, pp. 437-454.
- PUENTE LÓPEZ, Juan Luis, *Firmado en la piedra por los maestros canteros medievales*, León, 2006, 5ª edición.
- RODRÍGUEZ ESTÉVEZ, Juan Clemente, *Los Canteros de la Catedral de Sevilla. Del*

- Gótico al Renacimiento*, Sevilla, 1998.
- ROJAS, Cristóbal de, *Teoría y practica de fortificacion conforme a las medidas y defensas destos tiempos repartidas en tres partes*, por Luis Sánchez. Madrid, 1598, Madrid, Edición de Eduardo de Mariátegui, 1985.
- ROMERO MEDINA, Raúl, *Diccionario bibliográfico de signos lapidarios de España. La Taille d'Aulme*, Bruselas, Centre International de Recherches Glyptographiques, 2012.
- SAGREDO, Diego de, *Medidas del Romano: necesarias a los oficiales que quieren seguir las formaciones de las Basas/ Colunas/ Capiteles/ y otras piezas de los edificios antiguos*, Toledo, 1526.
- SÁNCHEZ ALONSO, José Bonifacio, *Estudio Geológico-Minero de Santander*, Santander, 1980.
- SAN NICOLÁS, Fray Lorenzo de, *Arte y Uso de Arquitectura*, Madrid, 1796, Edición facsímil de la de Plácido Barco López, Zaragoza, 1989.
- SCAVIZZI, C. P., *Edilizia nei secoli XVII e XVIII a Roma. Ricerca per una storia delle tecniche. Quaderni 6*, Roma, Ministero per I Beni Culturali e Ambientali, Ufficio Studi, 1983.
- Tesoro de la Lengua Castellana o Española compuesto por el Licenciado Don Sebastián de Cobarruvias Orozco, capellán de su magestad, maestresala y canónigo de la Santa Yglesia de Cuenca, y Consultor del Santo Oficio de la Inquisición*. Madrid, 1611, Madrid, Ediciones Turner, 1977.
- VAQUERO PIÑEIRO, Manuel, "La gabella dei calcarari. Note sulla produzione di calce e laterizi a Roma nel Quattrocento", en LANCONELLI, Angela e AIT, Ivana, *Maestranze e cantieri edili a Roma e nel Lazio. Lavoro, tecniche, materiali nei secoli XIII-XV*, Roma, Vecchiarelli, 2002, pp. 137-154.
- VICAT, Louis-Joseph, *Recherches expérimentales sur les chaux de construction, les bétons et les mortiers ordinaires*, París, Chez Goujon, 1818; edición en español: VICAT, Louis-Joseph, *Investigaciones sobre los morteros*, Madrid, INTEMAC, 1999.
- VIOLLET-LE-DUC, Eugène, *Dictionnaire Raisoné de l'Architecture Francaise du XIe au XVIe siècle*, París, A. Morel éditeur, 1868, V. I.