Riccardo Belcari

13. PER UNA DEFINIZIONE DEL CICLO PRODUTTIVO. IL CANTIERE PER IL CHIOSTRO DI XII SECOLO*

Towards a definition of the production cycle. Building operations for the 12th century cloister

Come di consuetudine anche nel caso del monastero di San Quirico di Populonia non disponiamo di documenti di archivio che informino sugli aspetti esecutivi-una rarità-né di cronologie assolute o almeno indicative dell'attività svolta, talora fornite dal corredo epigrafico. Disponiamo per converso di una consistente quantità di informazioni derivanti dal dato materiale, leggibili e interpretabili in modo seriale. È dunque su questa fonte che dobbiamo confrontarci, osservando una metodologia interessata agli aspetti progettuali, esecutivi e di assemblaggio, attenta alla registrazione sistematica e non impressionistica del dato. La ricerca è stata pertanto condotta operando una preliminare distinzione dei litotipi, recensendo sistematicamente le tracce lasciate dagli strumenti, le tecniche e gli accorgimenti impiegati per realizzare le singole componenti architettoniche, le modalità di assemblaggio, nonché ricostruendo le diverse fasi in cui fu articolato il processo produttivo (approvvigionamento, lavorazione, posa in opera), in un percorso a ritroso che dal particolare (elemento architettonico) idealmente conduca all'insieme cui fu pertinente (struttura).

1. LITOTIPI

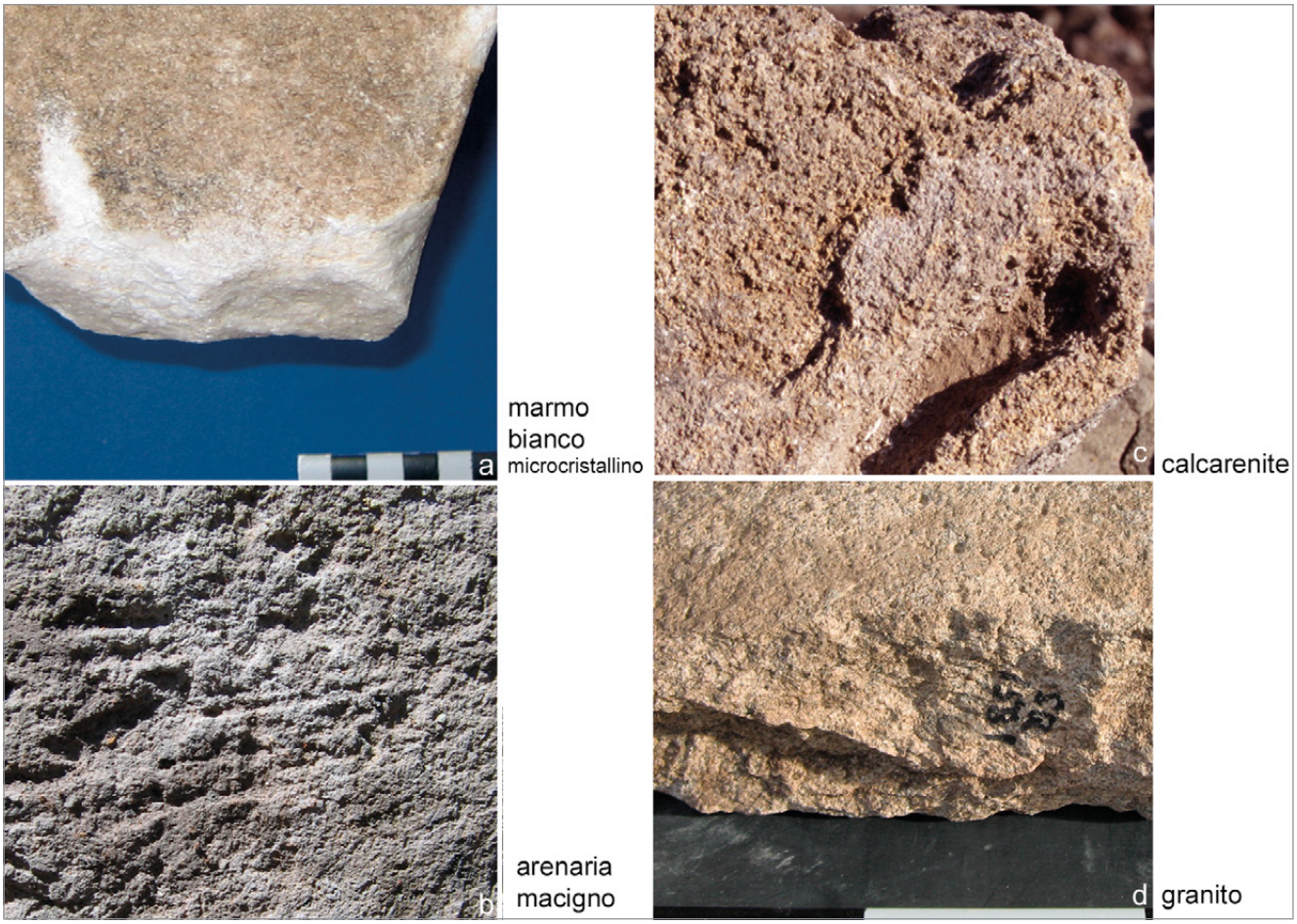
Durante lo svolgimento della ricerca sono stati raccolti alcuni campioni dei vari litotipi presenti. In assenza di analisi petrografiche e mineralogiche la caratterizzazione è basata sull'osservazione empirica condotta sia sulla totalità dei reperti lapidei recuperati costituenti la banca dati, sia sui campioni selezionati, in quest'ultimo caso con la consulenza del Dipartimento di Mineralogia – Museo di Mineralogia dell'Università di Firenze. I litotipi individuati sono: marmo bianco di aspetto saccaroide (*tav.* 1.a), con granulometria medio-grande (impiegato per elementi architettonici, decorativi e scultorei); arenaria macigno (*tav.* 1.b), impiegata come materiale da costruzione nel primo edificio di culto e nelle fasi successive, nonché nel perimetro interno del recinto claustrale e nelle strutture conventuali; calcarenite (*tav.* 1.c) o 'panchina livornese' (elementi strutturali e architettonici, materiale da costruzione); argilloscisti/livelli argillosi all'interno della formazione dei calcari a palombino (lastre di copertura); altri, sporadici, in particolare roccia metamorfica, quarzitica, a grandi clasti; roccia magmatica, ricca di quarzo; granito (*tav.* 1.d), esclusivamente per macine.

Al pari di quanto avviene in altri siti monastici, e non solo, nella realizzazione degli elementi architettonici e scultorei del chiostro fu raggiunto un risultato quale quello che si è tentato di ricostruire, disponendo di un litotipo ottimale in termini di lavorabilità, l'approvvigionamento del quale implicò, tra l'altro, il necessario trasporto fino al sito del cenobio. Un dato di cui tener conto, che può indurre a considerare la possibilità del ricorso a semilavorati, oltre a sollevare interrogativi sull'utilizzo della viabilità e di un eventuale approdo per imbarcazioni di piccolo cabotaggio nella cala poco distante. D'altra parte il monastero fece parte del circuito di approvvigionamento di *spolia*, da valutare anche in relazione ai materiali comunque recuperati nelle indagini pluriennali dell'acropoli (Di Cola 2008, pp. 83-114; vd. *infra* Gelichi e Bianchi, capp. 14 e 15).

2. STRUMENTI E TECNICHE

Anche solo limitatamente all'aspetto delle tracce degli strumenti, la possibilità di osservare parti destinate ad essere occultate nella posa in opera, campionando centinaia di elementi, ha costituito un'occasione difficilmente riscontrabile (*tav.* 2). L'analisi ha comportato definizione, descrizione e modalità di riconoscimento per le tracce lasciate dagli strumenti nelle diverse fasi di lavorazione dei materiali lapidei, tenendo conto del quadro di insieme degli strumenti impiegati in genere per il periodo e nel territorio (Belcari 2003, pp. 133-138; Id. 2004, pp. 633-641). La semplice segnalazione degli strumenti derivata dalla macro divisione in "a percussione diretta" e "indiretta" rischia infatti di non avere ricadute significative dal punto di vista della comprensione del ciclo produttivo. Per converso, agendo su base seriale e potendo verificare la ricorrenza nei singoli manufatti, definita una costante, sarà possibile leggere eventuali scelte particolari, deliberate, operate per determinati manufatti o tecniche o passaggi operativi, ricorrenti o situazionali, cercando di comprendere se e quando questi incidono sull'ambiente tecnico di un determinato territorio. Risalendo dunque ai primordi del manufatto e spingendosi poi fino ai prodromi di una diversa organizzazione del cantiere, è forse possibile valutare quanto tutto questo si traduca in termini di costanti e cambiamenti all'interno della produzione scultorea, mantenendo distinte analisi tecnica e analisi stilistica (Rockwell 1989, p. 243). Gli strumenti divengono così uno degli indici di valutazione delle capacità operative delle maestranze. Risulta adottata la dotazione tipica dello scultore in questo periodo: strumenti a percussione diretta (Bessac 1986, fig.

* Si propone in questa sede con alcune modifiche e aggiornamento bibliografico il saggio presentato al V Congresso Nazionale di Archeologia Medievale, Belcari 2006, pp. 761-766.



tav. 1 – Litotipi (a. marmo bianco microcristallino; b. arenaria macigno; c. calcarenite; d. granito).

2; Rockwell 1989, pp. 36-37), subbie di varia dimensione, scalpelli a lama piana, gradine, trapano. Alle prime (*tav.* 2) è dovuta la sbozzatura e la preliminare definizione del pezzo, poi ulteriormente rifinito mediante l'impiego delle lame piane (Bessac 1986, p. 122, fig. 28; p. 124, fig. 29; Rockwell 1989, p. 39) e dentate e del trapano. La subbia (*tavv.* 2, 4) è lo strumento con cui, secondo una prassi comune, è stato sgrossato, sbozzato e preventivamente definito il materiale (*ibid.*, pp. 35-36). Agli ultimi due strumenti sono demandati anche la definizione di particolari anatomici e i dettagli della decorazione vegetale. La gradina (*tav.* 4) in particolare diviene un indice privilegiato per considerare il grado di aggiornamento delle maestranze (Bessac 1986, p. 139, fig. 32; Rockwell 1989, pp. 37-38, 55-56; Baudry 2000, pp. 598-599). A San Quirico è utilizzato un tipo di gradina a denti a sezione e punta quadrangolare per la realizzazione di particolari di elementi scultorei, anche utilizzando le tracce lasciate a vista per definire dettagli (mensole con protomi e motivi zoomorfi). Lo stesso strumento, però, è impiegato nella rettifica di elementi architettonici, in particolare di basi ed elementi di archivolto, eliminando le tracce puntiformi e alveolari lasciate dalla subbia, come è possibile apprendere dai casi privi di levigatura finale (*tav.* 2). In alcuni casi è possibile dedurre la presenza di sette denti e le misure della lama, intorno ai 3,5 cm. Il trapano (Bessac 1986, p. 178; Rockwell 1989, pp. 31-34; Baudry 2000, pp. 602-605; Cagnana 2000, pp. 65-66), utilizzato sia nelle fasi preliminari di definizione degli elementi architettonici per realizzare serie di fori contigui, successivamente ridotte a scanalature ed ulteriormente lavorate, sia nelle fasi di rifinitura per numerosi dettagli, riveste un ruolo di primo piano nel cantiere, al pari di quanto accade in quest'area nella lavorazione di manufatti lapidei a partire dalla seconda metà del XII secolo (Belcari 2004, pp. 633-635). Nel materiale di San Quirico i fori di trapano lasciati a vista sono di due tipologie, più grandi (0,6/0,7 cm) per i prospetti sommitali di colonne e basi, in alcuni capitelli a stampella, nonché per definire particolari anatomici di animali (*tav.* 4) e dettagli vegetali (*tav.* 5) di mensole; più piccoli (0,2 cm) nel definire il disegno di elementi come basi di varia tipologia e capitelli, ma anche a scopo decorativo. Tale evidente presenza si traduce in una complicazione del ciclo produttivo, in termini di tecnologia dello strumento, ma anche in risvolti economici derivati dal suo impiego. L'uso del trapano richiedeva infatti il ricorso a punte metalliche di differenti dimensioni e l'impiego di corregge di cuoio, talora mosse da un secondo artefice, per generarne il movimento della punta e la conseguente azione sul litoide. Per la realizzazione delle modanature architettoniche furono impiegate sagome positive, quasi esclusivamente di analogo profilo, cui si aggiungono in numero contenuto almeno due varianti. Le sagome (*tav.* 3) furono applicate al prospetto di conci di grandi dimensioni preliminarmente

tav. 2 – Tracce di lavorazione degli strumenti (n. 1368: strumento a punta; n. 435: strumento a punta e lama piana; n. 1706: strumento a punta e sagoma; n. 1379: strumento a lama dentata con denti a sezione quadrangolare; n. 1587: strumento a lama piana e sagome; n. 706: strumento a lama dentata).

tav. 3 – Impiego di sagome per la realizzazione di elementi architettonici e decorativi; impiego di perni metallici rivestiti in piombo (n. 1617).

sbozzati, espediente adottato anche per definire il profilo di altri elementi (per l'uso di sagome, Bessac 1986, p. 176; Coppola 1999, p. 59, 63; per la realizzazione di modanature, Rockwell 1989, pp. 108-109; Cagnana 2000, pp. 65-70). Nel caso degli elementi di archivolto è invece possibile che sia stata utilizzata la stessa squadra arcuata, il cui uso è attestato nel XII secolo (Senè 1970, pp. 349-358) A strumenti e polveri abrasive è demandata la levigatura, una fase non trascurabile dell'intero processo produttivo, peraltro avvenuta su vasta scala in questo contesto, come attestano i numerosi elementi dove è tuttora apprezzabile.

Il processo produttivo dei singoli elementi è pertanto articolato nelle quattro fasi di preparazione del blocco lapideo, modellato, realizzazione dettagli e rifinitura. Oltre ai procedimenti seguiti per la squadratura della pietra, talora preliminare alla realizzazione di elementi architettonici, le tecniche adottate sono quelle ricorrenti nei cantieri del periodo, quali il bassorilievo, realizzato mediante abbassamento dei piani, l'intaglio e il tuttotondo. Infine, alloggi e perni per l'assemblaggio nella fase di posa in opera sono riscontrabili su basi e fusti di colonna, con bugna e cavità predisposta, ma anche nell'estradosso di alcuni elementi di archivolto e nella sommità di conci sagomati ad arco, destinati ad esservi sovrapposti. Questi ultimi casi presentano talora elementi in ferro (*tav.* 3) ricoperti in piombo o residui ferrosi dovuti alla presenza di questi (Benoit 1985, pp. 361, 365).

3. I SEGNI LAPIDARI

Un particolare indicatore delle modalità esecutive, illuminante sulla organizzazione del cantiere, è rappresentato dai segni lapidari. I casi evidenziati a San Quirico sono riconducibili alla fase progettuale e alla prassi esecutiva, come nel caso dei fori di trapano al centro di cerchi geometricamente perfetti, ossia sulle parti sommitali delle colonnine o degli elementi di raccordo degli archivolti, con tracce che ne delineano l'andamento (*tav.* 5.a). La consuetudine di tracciare linee su simili elementi di raccordo è riscontrabile anche in altri casi noti, come a Modena (Lomartire 1984, p. 406). Altri segni sono da connettere all'assemblaggio e alla posa in opera, in particolare linee divergenti e lettera alfabetica "B" (4,4×1,9 cm) visibili sulla sommità di basi per colonnine (*tav.* 5.e) e interpretabili come segni di utilità, questi ultimi sono connessi alla posa in opera dei materiali lapidei approntati dalle maestranze (Van Belle 1983, pp. 29-84; Lomartire 1984, pp. 405-413; Alexander 1996, pp. 219-236; Bianchi 1997, pp. 25-37; Cagnana 2012, pp. 138-141). In Francia sono conosciuti fin dagli inizi del XII secolo, con casi recensiti e oggetto di studio al pari degli altri aspetti del processo produttivo che contribuiscono a comprendere, come avvenuto per il chiostro di S. Trophime ad Arles. In Italia il primo caso noto è quello della cattedrale di Modena, dove lettere capitali sono state infatti rilevate

tav. 4 – Tracce degli strumenti e tecniche impiegate nelle diverse fasi del processo produttivo.

nel paramento e nelle cornici dei coronamenti ed interpretate come segni di utilità, in riferimento alla posa in opera (Lomartire 1984). Nel Duecento il ricorso a segni lapidari per facilitare operazioni di assemblaggio di elementi fabbricati preventivamente, anche a distanza, e poi posti in opera, è attestato in area laziale per le maestranze cosmatesche che, come avviene nel caso del chiostro di Subiaco, utilizzano elementi prodotti serialmente nella propria bottega (Barral I Altet 1983, pp. 1383-1387).

4. IL CANTIERE PER IL CHIOSTRO

Il ciclo produttivo degli elementi strutturali e scultorei è connesso a quello del cantiere. Ciò implica la suddivisione in fasi o sottocicli, talora chiusi, altre volte connessi tra loro. Come è noto, il sovrapporsi di fasi differenti di un ciclo costituisce una complicazione dello stesso; non c'è infatti una vera e propria cesura temporale e/o distinzione di alcune delle figure impegnate. Alcuni espedienti furono adottati per semplificare il processo produttivo, come lasciano intuire il ricorso a sagome, la presenza di particolari non finiti per posa in opera, addirittura l'ausilio di segni lapidari di utilità. La mentalità è tale che non deve essere escluso il ricorso a semilavorati, giunti sul cantiere in parte già predisposti. Scaglie litiche, recuperate in quantità, piuttosto che da interpretare come indicatore di attività *in situ*, parrebbero connesse alle fasi finali di vita del complesso, quando una grande quantità di elementi architettonici fu brutalmente riutilizzata come materiale da riempimento nella chiesa e nei loggiati dello stesso chiostro. Un ulteriore indicatore della volontà di esprimere al meglio la resa complessiva, utilizzando un repertorio ristretto a disposizione e, nei fatti, contenendo il numero degli artefici attivi sul cantiere, offrendo un prodotto di medio livello in tempi – e costi – contenuti, è offerto dalle mensole con protome animale. La tipologia di base è sempre la stessa; con minime, ma efficaci varianti è realizzata la resa delle teste e dei particolari anatomici, in risposta al criterio diffuso di *varietas*/*variatio*, noto e apprezzato dai contemporanei. Altri cicli produttivi si collegano alla realizzazione del chiostro di XII secolo, comprendendo la squadratura della pietra, come evidenziano gli stessi elementi strutturali del chiostro, sagomati e delimitati da anatirosi, e la realizzazione degli intonaci dipinti, nel contesto di un intervento più ampio di cui è oggetto il complesso monastico, comprensivo del tentativo di ampliamento della chiesa e della costruzione della torre (Venturini, in questo volume). La squadratura della pietra ha contemplato sia l'impiego della varietà più compatta dell'arenaria macigno, che l'utilizzo dello stesso marmo con cui sono realizzati gli elementi architettonici e decorativi. Altre affinità, in particolare gli strumenti utilizzati e le modalità del loro impiego, evidenziano interazione tra i due cicli e le stesse maestranze implicatevi.

tav. 5 – Impiego del trapano per la realizzazione di elementi decorativi e base di colonnina con segno lapidario "B".

Motivazioni connesse agli aspetti materiali, corroborate da considerazioni stilistiche, inducono a comprendere anche la realizzazione degli intonaci dipinti dell'edificio di culto, o meglio la fase di questi coeva al cantiere del chiostro. La proposta potrebbe essere avvalorata dal fatto che motivi decorativi a riquadri geometrici comparivano sia in alcuni elementi scultorei (capitelli a stampella) che nelle pitture murali. Il ciclo in questo caso è articolato in: preparazione delle materie prime; stesura dell'intonaco; realizzazione pitture. Occorrono pertanto pigmenti ma anche calce depurata. L'ipotesi è che l'intonaco sia stato prodotto con calce derivata dallo stesso litotipo, ossia dal marmo calcinato (Cagnana 2000, p 131), che avrebbe contribuito al colore bianco latte, cui fu aggiunta sabbia per aumentare la cosiddetta "carica". Se così fosse i cicli avrebbero avuto un'ulteriore sovrapposizione e complicazione.

Sono lecite allora alcune domande in merito agli artefici e ai loro committenti. Chi ha eseguito la grande quantità di componenti architettoniche e decorative? Per conto di chi ha operato? Quale il periodo e la durata dell'esecuzione? Per tentare di proporre delle linee interpretative occorre partire da ciò che abbiamo a disposizione, ossia l'analisi degli aspetti produttivi e i confronti con tecniche e procedimenti osservabili anche in altri edifici del territorio; l'analisi stilistica e i confronti con produzione e realizzazioni coeve; i rapporti dell'ente con istituzioni e donatori. Anche alla luce della considerazione che per il periodo successivo al 1143, addirittura per un secolo tra XII e XIII, le fonti scritte tacciono e non ci sono al momento altre acquisizioni materiali significative.

Un gruppo di maestranze, in seguito ad una donazione e/o in rapporto ad una determinata committenza, viene incaricato di ricostruire e decorare il chiostro monastico, probabilmente dopo il 1143, anno in cui al monastero viene riconosciuta la protezione apostolica. Nella fervente attività costruttiva che interessa l'intero periodo gli spazi claustrali divengono spesso oggetto di interventi di rifacimento, talora ad essi limitati come attestato anche per altri enti dello stesso ambito culturale e territoriale (S. Paolo a Ripa d'Arno a Pisa, S. Savino a Montione, presso Cascina). A San Quirico il chiostro viene realizzato forse non alterando il perimetro già esistente, riferibile all'attestazione del 1053. L'attività ha dunque inizio dall'aspetto progettuale, con attenzione a rapporti proporzionali riscontrabili. Vengono eseguiti *ex novo* gli elementi strutturali destinati ad ospitare le parti decorative. In questa fase si evidenzia la capacità di squadrare conci e altre componenti di medie dimensioni, al pari di quanto avviene nel territorio nella seconda metà del XII secolo (Belcari 2004a, pp. 630-624). Il materiale utilizzato per gli elementi strutturali è lo stesso di quello adottato per gli elementi decorativi e scultorei. Significa che il gruppo cui è commissionata l'impresa dispone di questo litotipo ed è in grado di lavorarlo e utilizzarlo per finalità diverse, curando

il processo produttivo nella sua integrità. Le maestranze, in termini di capacità operative necessarie per la lavorazione, sono facilitate dal disporre di un materiale omogeneo, pur necessitando di determinati accorgimenti. Solo un numero esiguo di elementi delle archeggiature del chiostro fu eseguito impiegando la calcarenite anziché il marmo e non è da escludere che si tratti di interventi posteriori alla primitiva progettazione ed esecuzione (*tav.* 1).

Alcune distinzioni possono essere rilevate nel materiale lapideo adottato, per esempio per la grana grossa ricorrente negli elementi scolpiti; potrebbe essere un ulteriore indicazione della capacità/necessità di scelta all'interno di una partita omogenea di pezzi più idonei e meglio lavorabili (Rockwell 1989, p. 16). La misura media è costante, con eccezioni per gli elementi modanati e le colonne.

Una maggiore articolazione del ciclo produttivo, cui concorrono l'impiego di sagome ed alcuni espedienti adottati per la fase dell'assemblaggio (alloggi, perni), è indicativa del grado di organizzazione e delle procedure seguite nel cantiere dalle maestranze, contribuendo a delineare il quadro della condizione economica del monastero durante il XII secolo. Le implicazioni di una impresa di questa entità in termini di forza lavoro sono infatti evidenti. Limitandosi allo spostamento del materiale, un metro cubo di marmo equivale ad un peso di circa 2700 chilogrammi (Rockwell 1989, p. 104), con le ovvie conseguenze per il trasporto nell'area. Solo un carico inferiore al mezzo quintale poteva infatti essere trasportato a spalla, oltre il quale sul cantiere occorrevano opportuni mezzi di sollevamento (Cagnana 2012, p. 84). Il litotipo risulta però facilmente lavorabile e la gamma degli strumenti impiegati ridotta. Chi eseguì questo lavoro era presumibilmente a conoscenza di alcune modalità, cui pare avere obbedito serialmente, tali da supporre che avesse già condotto simili esperienze, secondo una pratica consolidata che consentì di condurre a termine l'impresa costruttiva in un periodo piuttosto breve, contenendone i costi. Lo stato patrimoniale del cenobio attestato dal cartulario per il periodo precedente parrebbe comunque giustificare e rendere contestualizzabile la realizzazione del chiostro al pari del resto dell'attività costruttiva di pieno XII secolo, ossia il tentativo di ampliamento della chiesa e l'edificazione della torre. Come accade per il cartulario, la cui realizzazione è ora assegnata al secondo quarto del XII secolo (Collavini, in queso volume), è probabilmente lo stesso ente, all'apice della propria vicenda, a farsi promotore di queste iniziative, grazie alle risorse assicurategli dalle donazioni ricevute da importanti famiglie signorili, almeno fino al 1121 nel caso degli Aldobrandeschi, con l'acquisizione di metà della *curtis* di Franciano, e nuovamente nel 1130 da parte di un membro dei Gherardeschi. Il rapporto con gli Aldobrandeschi, in particolare, dato il prestigio della famiglia comitale probabilmente contribuì ad ampliare la rete di rapporti possibili (Collavini cap. 2, in questo volume). In assenza di puntuali riferimenti non è ovviamente opportuno avanzare illazioni relative ad una committenza diretta da parte di alcuni esponenti di queste famiglie, peraltro non consueta. Furono i monaci che, dopo essersi dotati del cartulario e ottenuto nel 1143 il privilegio papale che confermava il patrimonio dell'ente, sanciva la libera elezione dell'abate e assicurava la protezione apostolica, proseguirono negli investimenti progettando, con valenza simbolica dei riconoscimenti ottenuti, l'ambizioso programma di rifacimento della chiesa e del chiostro, con la realizzazione dell'apparato scultoreo e delle pitture murali. Un programma che solo in parte fu condotto a termine per il venire meno delle condizioni favorevoli, evidentemente di durata effimera, di cui il monastero aveva potuto godere in un ridotto giro di anni.

Restano alcuni interrogativi aperti, relativamente al ruolo della committenza – per l'ente, l'abate – che, mettendo a disposizione con ogni probabilità il materiale (Stasolla 2010, p. 84), permette, o forse esplicitamente richiede, il risultato ottenuto alle maestranze coinvolte e quanto essa abbia potuto condizionare la scelta degli artefici. In particolare, se la loro individuazione, complice la stessa rete monastica, possa essere stata operata in un ambito di riferimento più vasto di quanto offerto per esempio dai cantieri della città di Pisa, da dove negli anni Settanta e Ottanta del XII secolo proverranno gli artefici coinvolti nella costruzione degli edifici plebani di Campiglia e Suvereto, non distanti da Populonia, magari determinandone la presenza e gli esiti conseguenti nel territorio (Belcari 2004, pp. 692-702; Id. 2006, pp. 1-14). Non si tratta infatti della attività di un singolo scultore, figura talora favoleggiata, che giunge ad operare in un contesto delineato e passa oltre quale meteora. È piuttosto un'impresa collettiva, frutto del lavoro coordinato di un gruppo specializzato di artefici, ulteriore contributo alla comprensione dell'ambiente tecnico da tempo indagato in questa area territoriale.

BIBLIOGRAFIA

Alexander J.S., 1996, *Mason's marks and stone bonding*, in T. Tatton-Brown, J. Munby (a cura di), *The Archaeology of cathedrals*, Oxford, pp. 219-236.

Barral I Altet X., 1983, *Organisation du travail et production en série: les cloîtres préfabriqués à Rome au Moyen Age*, in X. Barral I Altet (a cura di), *Artistes, artisans et production artistique au Moyen Age*, Colloque international. Rapport provisoires, Rennes, Haute-Bretagne 1983, Paris, II, pp. 1383-1387.

Baudry M.T., 2000, *Sculture. Methode et vocabulaire*, Paris.

Belcari R., 2003, *Edifici di culto e produzione artistica nella diocesi di Populonia-Massa (secc. VIII-XII). Problemi e prospettive*, in R. Francovich, S. Gelichi (a cura di), *Monasteri e castelli fra X e XII secolo. Il caso di San Michele alla Verruca e le altre ricerche storico-archeologiche nella Tuscia occidentale*, Firenze, pp. 125-142.

Belcari R., 2004a, *La pieve di S. Giovanni*, in G. Bianchi (a cura di) *Campiglia un castello e il suo territorio, I. Ricerca storica. II. Indagine archeologica*, Firenze, pp. 592-711.

Belcari R., 2004b, *La chiesa a due absidi del castello di Donoratico e l'edilizia religiosa nella diocesi di Populonia-Massa*, in G. Bianchi (a cura di), *Castello di Donoratico. I risultati delle prime campagne di scavo (2000-2002)*, Firenze, pp. 81-91.

Belcari R., 2006, *Maestri costruttori e scultori nella Maremma pisana del XII secolo*, «Arte cristiana», 832, 2006, pp. 1-14.

Benoit P., 1985, *Le plomb dans le batiment en France à la fin du Moyen Age*: *l'apport des comptes de construction et de rèparation* in O. Chapelot, P. Benoit (a cura di), *Pierre et metal dans le batiment au Moyen Age*, Paris, pp. 339-355.

Bessac J.C., 1986, *L'outillage traditionnel du tailleur de pierre de l'Antiquité à nos jours*, «Revue Archéologique de Nabonnaise», Suppléement 14, Paris.

Bianchi G., 1997, *I segni dei tagliatori di pietre negli edifici medievali. Spunti metodologici ed interpretativi*, «Archeologia dell'architettura», II, 1997, pp. 25-37.

Cagnana A., 2000, *Archeologia dei materiali da costruzione*, Mantova.

Cagnana A., 2012, *I materiali dell'architettura come esito dei cicli produttivi*, in G.P. Brogiolo, A. Cagnana, *Archeologia dell'architettura. Metodi e interpretazioni*, Firenze, pp. 69-142.
Coppola G., 1999, *La costruzione nel medioevo*, Avellino.
Di ColaV., 2008, *Materiali litici dall'Acropoli*, in V. Acconcia, C. Rizzitelli (a cura di), *Materiali per Populonia,* 7, *Il palazzo della Loggia (scavi 1969-1989). I materiali*, Pisa, pp. 83-114.
Lomartire S., 1984, *I "segni" dei lapicidi*, in *Lanfranco e Wiligelmo. Il duomo di Modena*, Modena, pp. 405-413.
Rockwell P., 1989, *Lavorare la pietra. Manuale per l'archeologo, lo storico dell'arte e il restauratore*, Roma.
Senè A., 1970, *Un instrument de precision au service des artistes du moyen âge*: *l'équerre*, «Cahiers de civilisation médiévale», XIII, 4, 1970, pp. 349-358.
Stasolla F.R., 2010, *L'organizzazione dei cantieri monastici*, in M.C. Somma (a cura di), *Cantieri e maestranze nell'Italia medievale*, Atti del Convegno di Studio (Chieti-San Salvo, 16-18 maggio 2008), Spoleto, pp. 73-95.
Van Belle J.L., 1983, *Les signes lapidaires: essai de terminologie*, in *Actes du Colloque International de Gyiptographie de Saragosse* (7-11 juillet 1982 – Centre International de Recherches Glyptographiques), Zaragoza, pp. 29-43.

Summary

The research was conducted by first distinguishing the types of stone, systematically recording the marks left by tools, and the techniques and devices used to make the individual architectural components. Bearing in mind these aspects, as well as the way they were assembled, the various phases in which the production process was divided were highlighted (supply, processing, setting in place), in a backward-looking conceptual process leading from the particular (the architectural element) to the general context (the building) which it belonged to.
The stone types identified are: white marble of saccharoid type (*pl.* 1.a), used for architectural, decorative and scuptural elements; solid sandstone (*pl.* 1.b), used as a building material in the first church and in the later phases, as well as in the internal perimeter of the monastery compound and in the various parts of the monastery; calcarenite (*pl.* 1.c), for structural and architectural elements, or as a building material; clay schists/clay levels within palombino limestone formation, for paving slabs; and other sporadic types, especially metamorphic, quarzite rock; magmatic rock, rich in quartz; and granite (*pl.* 1.d; *pl.* 5.f), used exclusively for millstones.
Even only with reference to tool marks, the possibility of observing parts that were intended to be hidden in the fabric of the building, once set in place, and of sampling hundreds of elements, was an opportunity that rarely presents itself (*pl.* 2). Thus, tracing the first appearance of the artefact, and going as far as to reconstruct how the building operations themselves were organized, it is possible to assess the extent to which all this becomes translated into constant features and changes within sculptural production, keeping the technical analysis distinct from stylistic analysis (Rockwell 1989, p. 243). Thus, tools become one of the indexes for assessing the operational skills of the artisans. We can see the use of the typical array of tools used by sculptors in this period: tools for striking objects directly (Bessac 1986, fig. 2; Rockwell 1989, pp. 36-37), awls of various sizes (*pl.* 2, no. 1706; no. 1368; no. 435; *pl.* 4, no. 963), flat-blade chisels (*pl.* 2, no. 435; no. 1587), other kinds of chisels (*pl.* 2, no. 706; no. 1379), and drills (*pl.* 4, no. 174; no. 963).
The production process of the individual elements is divided into the four phases involving the preparation of the stone block, shaping it, adding details, and finishing (*pl.* 4, no. 1363; no. 1801). As well as the procedures followed to dress the stone block, sometimes prior to the creation of architectural elements, the techniques adopted are the same as those frequently used at contemporary building sites, such as bas-relief, achieved by lowering individual levels, intaglio, and carving in the round. Finally, sockets and pegs for assembling the piece when it was mounted in position can be seen on column bases and column drums, with a protrusion and a cavity designed to house it, as well as in the extrados of certain archivolt elements, and at the top of blocks shaped for use in arches (*pl.* 3, no. 1617). These latter examples sometimes feature iron parts (*pl.* 3) covered in lead, or iron residue due to the presence of iron elements (Benoit 1985, pp. 361, 365).
A particular indicator of modes of execution, shedding light on how the construction operations were organized, is represented by stone-masons' marks. The cases found at San Quirico can be ascribed to the planning phase, and to the phase of actual execution (*pl.* 5.a). Other marks are to be connected to the assembly of the stone elements, and how they were set or laid in place, in particular diverging lines and the letter "B" (4.4×1.9 cm) visible on the top of bases for mullions (*pl.* 5.e). These can be interpreted as organizational marks, connected to how the stone parts prepared by the stone-masons were to be set in place (Van Belle 1983, pp. 29-84; Alexander 1996, pp. 219-236).
The production cycle of the structural and sculptural elements is connected to the cycle of the construction of the building itself. In order to try to suggest approaches to interpretation, it is necessary to set out from what we have available, namely the analysis of aspects of production, and comparisons with techniques and procedures that are to be observed also in other local buildings; a stylistic analysis and comparisons with contemporary production and creations; and relations between the commissioning authority and institutions and donors. A group of stone-masons, following a donation and/or as a product of a specific commissioning authority, is tasked with reconstructing and decorating the monastery cloister, probably after 1143, the year when the monastery was given apostolic protection. In construction work throughout this period, the various parts of the monastery are often renovated, and such interventions are sometimes limited to these monastery areas, as seen also in the case of other institutions in the same cultural and territorial context.
At San Quirico the cloister was created perhaps without any alteration to the existing perimeter, referable to the mention in 1053. This activity thus sprang from the design aspect, with an eye to identifiable proportional relations. The structural elements set to play host to decorative parts were carried out ex novo. In this phase we see an ability to dress stone blocks, and other medium-sized components, on a par with the situation in the local area in the second half of the 12th century (Belcari 2004a, pp. 630-624). The material used for structural elements was the same as that adopted for decorative and sculptural elements. In terms of operational skills necessary for their work, the master masons

were facilitated by the fact they had the use of a homogenous material, although it required certain expedients. Only a very small number of elements of the arches in the cloister were constructed using calcarenite (*pl.* 1.c) instead of marble, and these may have been created subsequently to the original planning and execution. The people who carried out this work were presumably aware of a number of methods, such that one may suppose that they had already done similar work before, in line with a consolidated practice that enabled them to accomplish the task of construction in a fairly short period, thereby keeping down the cost. The wealth of the monastic community attested by the cartulary for the previous period would nevertheless seem to justify the creation of the cloister, and enable it to be placed in its proper context, on a par with the rest of the mid-12th century building work, in other words the attempt to expand the church, and the erection of the tower. As in the case of the cartulary, the creation of which is now placed in the second quarter of the 12th century (Collavini, in this publication), it was probably the same authority, at the peak of its powers, that sponsored these initiatives, thanks to the resources deriving from donations from important aristocratic families. Its ties to the Aldobrandeschi family, in particular, given the prestige of the comital family, probably helped to expand the network of possible relations (Collavini, in this publication). Obviously, given the absence of precise references, it is not appropriate to advance inferences relating to a direct hand on the part of members of these families in commissioning the work, and indeed such an involvement was not customary. It was the monks who, after compiling the cartulary, and after they secured the privilege in 1143 confirming the institutions' wealth, endorsed the free election of the abbot, ensured apostolic protection, and continued their investments, planning the ambitious programme to renovate the church and the cloister, thereby symbolizing the recognitions they had obtained, along with the creation of the sculpture work and wall paintings. This programme was only partially completed, owing to the fact that the favourable conditions which the monastery enjoyed in a short number of years later came to an end.

A number of questions are yet to be answered. These relate to the role of the commissioning authority (the abbot) who, by probably making the material available (Stasolla 2010, p. 84), allowed the skilled stone-workers to achieve the end result, or who perhaps explicitly requested that result. Equally, we do not know the extent to which the commissioning authority was able to influence the choice of the builders. And, in particular, whether they may have been selected from a larger reference context than offered, for example, by the skilled workforce offered by the city of Pisa, via the monastic network itself, perhaps leading to their presence in the local area, and the presence of their work here, as a result (Belcari 2004, pp. 692-702; Id. 2006, pp. 1-14). Indeed, here we are not dealing with the work of an individual sculptor, arriving to work in a context that was already delineated, and passing through as an isolated phenomenon. Instead, it is a collective undertaking, the product of the coordinated work of a specialized group of artisans, as a further contribution to our understanding of the technical field that has for some time been the subject of investigation in this local geographical area.