

The technical and technological knowledge as part of the restoration intervention

Antonella Guida, Antonello Pagliuca*

Highlights

The vaulted roofs characterize the architecture over the time; this particular technological system, close to the problems related to the structural and constructive characteristics, it began to introduce issues related to the massiveness of those huge vaulted systems. It was passed, in this way, to the introduction of terracotta elements inside of the masonry, such as expedients adopted by builders to reduce the weight of the vaulted structures. These terracotta elements (called “*bubbole*”) have taken a formal aspect over the time, becoming elements of building tradition.

Abstract

The intervention for the conservation of an historical building, whatever its architectural and / or artistic value, is more appropriate as much profound is the knowledge of the building. The aim of the research is to reconsider the definition of the possibility of intervention on built heritage, planning restoration interventions as a system in which the technical and technological variables do not place themselves in a dichotomous contrast between them, but in a dialectical relationship within the same design process.

Keywords

Recovery intervention, Knowledge, Technological characterization, Churches

1. INTRODUCTION

The consolidation and restoration of the monumental buildings is strongly articulated both for the typological heterogeneity and for the structural and technological complexity [1] of the built heritage and, sometimes, for the limited availability of adequate means – economic, too - for their protection. Assumed, in fact, the monument as expression of belonging to a place [2], it arises the problem of how to intervene to protect it from the action of degradation. In fact, the recovery (as the preservation of monuments) today represent [3] various aspects - and sometimes even alarming - that help to identify those that are commonly called “*the architectural emergencies*”. It is crucial the knowledge of building, of the historical and structural events that have affected the structure during construction and all its lifetime. In the preliminary phase of data acquisition, in fact, the direct recognition of the

Antonella Guida

DiCEM - Dipartimento delle Culture Europee e del Mediterraneo, Università degli Studi della Basilicata, via Lazzizzera, Matera, 75100, Italia

Antonello Pagliuca

DiCEM - Dipartimento delle Culture Europee e del Mediterraneo, Università degli Studi della Basilicata, via Lazzizzera, Matera, 75100, Italia

* Corresponding author
Tel.: +39-338-7245528;
e-mail:
antonello.pagliuca@unibas.it

characteristics and conditions of the building and the survey of the observed alterations, must always be accompanied by the research of historical documentation (bibliographic and/or archive) [4]; the “critical” synthesis between these two aspects of the cognitive process (direct knowledge and historical analysis) is the most important condition to design a “suitable” restoration intervention that is able of synthesizing the dichotomous relationship between technical issues and philological conservation.

2. STATE OF ART

The interventions on built heritage (especially for the monumental heritage) must be preceded by a preliminary step of knowledge of the buildings: this is the best way to plan actions to its conservation or recovery. There are a lot of methods of analysis and many procedures that facilitate the process of knowledge to define data of different nature (archives and/or historiographical research - indirect sources – or *in situ* research for the characterization of materials - direct sources). The knowledge, then, becomes the preferred solution for the definition of the design choices; in fact, beyond the cultural function of historical and social events, it provides a useful method of reading an architecture in a “critical way”.

This methodological approach is based on the survey of historic and artistic characteristics, on reading the stratigraphy and historiography of architectures and on the analysis of the ageing process of the buildings; it allows a more real technical, technological, construction and materials characterization of the building. This consideration starts from a fundamental assumption that the architecture is bearer of values to be retained, to be transmitted, to be protected and, therefore, to be recovered. This cognitive process, therefore, is a crucial step for the design choices, that will be “suitable” [5] with the constructive characteristic of the building; it must not be limited to simply describe an attitude, but must make a value judgment and on the relationship that interventions establish with the architecture and on intrinsic characteristics of the interventions. In this way, the architecture archives constitute a huge resource for the definition of the design choices and for the knowledge of an architecture, but also for the social, cultural and environmental aspects that characterize the building. In fact, the cognitive study aimed at restoration project allows both characterizing the building materials and the building technologies; it allows to highlight the special features of each building, too. This process goes over the logic of “serial knowledge” (often highly incomplete and/or shallow) and highlighting the uniqueness and singularity

1. INTRODUZIONE

Il problema del consolidamento e del restauro degli edifici monumentali si presenta fortemente articolato sia per la eterogeneità tipologica sia per la complessità strutturale [1] e tecnologica del patrimonio architettonico esistente e, talvolta, per la limitata disponibilità di mezzi adeguati – anche economici – per la loro salvaguardia. Assunto, infatti, il monumento come espressione di appartenenza ad un determinato luogo [2], ci si pone il problema di come intervenire su di esso per preservarlo dall'azione del degrado. Infatti, tanto il recupero, quanto la conservazione del patrimonio monumentale [3] presentano oggi aspetti variegati e talvolta addirittura allarmanti, che contribuiscono a identificare quelle che comunemente sono dette le “emergenze architettoniche”. Fondamentale, diventa, quindi, la conoscenza della fabbrica, delle vicende storiche e costruttive che hanno interessato la struttura durante la costruzione e la vita stessa dell'opera. Nella fase preliminare di acquisizione dei dati, infatti, la ricognizione diretta delle caratteristiche e delle condizioni del manufatto ed il rilievo delle alterazioni riscontrate, vanno sempre accompagnate dalla ricerca della documentazione storica (bibliografica e/o archivistica) [4]; la sintesi “critica” tra questi due momenti essenziali del processo conoscitivo (conoscenza diretta e analisi storica), costituisce la condicio sine qua non è possibile progettare un intervento di restauro “congruente”, un intervento, cioè, capace di sintetizzare il dicotomico rapporto tra le istanze tecniche e filologiche della conservazione.

2. STATO DELL'ARTE

Gli interventi sul costruito (specie per gli edifici di natura monumentale) devono essere preceduti da una fase preliminare di conoscenza, perché solo andando oltre l'apparenza per penetrare nella struttura più interna e nascosta di un'opera architettonica si può essere in grado di orientare le azioni volte alla sua conservazione o recupero. Esistono, infatti, un numero vastissimo di metodologie di analisi, che agevolano molte procedure del processo di conoscenza e ci forniscono una gran mole di dati di diversa natura, dalle fonti archivistiche e/o storiografiche (fonti indirette) a quelle in situ, fino alle analisi di laboratorio per la caratterizzazione dei materiali (fonti dirette). La conoscenza, quindi, diviene lo strumento privilegiato per la definizione delle scelte progettuali; infatti, oltre la funzione culturale per l'accrescimento della conoscenza delle vicende storiche, sociali e costruttive della fabbrica, essa fornisce un utile metodo di lettura “critica” dell'architettura. Tale metodo si basa sulla indagine di tipo storico-artistico, sulla lettura stratigrafica e storiografica dell'architettura e sull'analisi del processo (naturale o artificiale) di invecchiamento della fabbrica, consentendo una più completa lettura tecnica, tecnologia, costruttiva e dei materiali che la caratterizzano. Questa considerazione parte da un

of each building: in this way, the knowledge becomes an instrument to design the conservation.

3. METHODOLOGY

The goal of the study is to demonstrate that, in addition to the documentary sources - essential for the reconstruction of historical events that have affected a monument - it is necessary to evaluate all the information that regard the monument: the knowledge of masonry technique, as preparatory element to the preservation; the knowledge of construction techniques, as a tool for understanding the building; the conservation of traditional techniques, to maintain the cultural identity; they are elements not always deducible (or reliable) from indirect sources. In this context, it is necessary to define a methodological approach to identify rules through analytical comparison of the information deriving from direct sources and indirect ones; in other words, it could compare the information directly deducible from the critical analysis of building, through the use of the “analogical-comparative” method for the material evaluation and for the analysis of traditional building systems, with those arising from use the “direct method”, through visual analysis *in situ* and laboratory tests.

In fact, the technological innovation allows to develop techniques to investigate the conservation state of a building very advanced; they are able to provide information on the main characteristics of the materials and on the technological and/or construction systems of the investigated building.

The used techniques (destructive or not) to get a knowledge of the pathologic state of a building are numerous. However, the case studies relating to their applicability are quite extensive: it appears to be still quite heterogeneous and not yet systematically organized.

Therefore, it should highlight that - beside the already described indirect cognitive phase - many of these techniques could be used together; it could allow to derive data which are qualitatively and quantitatively correct and extendable to the entire architectural structure; this approach is useful for both the knowledge and the classification of the event that have affected the building during all its lifetime.

4. THE CASE OF STUDY

The above said approach has been tested on several case studies, all ecclesiastical architecture with a great historical value; in particular – just as an example – it is the case of the Church “*Mater Domini*” in Laterza (Italy).

assunto fondamentale secondo cui l'architettura stessa è portatrice di valori propri da conservare, da trasmettere, da salvaguardare e, quindi, da recuperare.

Questo processo conoscitivo, dunque, costituisce un momento fondamentale per le scelte progettuali che dovranno essere “compatibili” [5] con la realtà costruttiva della fabbrica, cioè, non si devono limitare a descrivere semplicemente un'attitudine, ma devono esprimere un giudizio di valore sia sul rapporto che gli interventi sulle costruzioni stabiliscono con l'architettura, sia sulle caratteristiche intrinseche (riferibili agli aspetti funzionali, architettonico-formali, materici e statico-costruttivi) proprie degli interventi stessi. In quest'ottica gli archivi dell'architettura costituiscono una enorme risorsa per la definizione delle scelte progettuali e per la conoscenza non solo dell'architettura sulla quale si interviene, ma del contesto sociale, culturale e ambientale della fabbrica e che fa di essa un simbolo della “cultura materiale” della porzione di territorio nel quale sorge. Infatti, lo studio conoscitivo finalizzato al progetto di recupero consente di caratterizzare tanto i materiali della costruzione quanto le tecnologie costruttive usate nella realizzazione del manufatto, consentendo di evidenziare le peculiarità di ciascun fabbricato, superando la logica della conoscenza “seriale” (spesso fortemente lacunosa e/o superficiale) e evidenziando la unicità e singolarità di ogni singola fabbrica: in questo modo la conoscenza diventa strumento di progettazione consapevole della conservazione.

3. METODOLOGIA

L'obiettivo dello studio è dimostrare che accanto alle fonti documentali, essenziali - come già detto - per la ricostruzione delle vicende storiche che hanno interessato un monumento, occorre valutare tutte quelle informazioni di cui il monumento stesso è portatore: la conoscenza della tecnica muraria come elemento propedeutico alla conservazione; la conoscenza delle tecniche costruttive come strumento di comprensione del costruito, la conservazione delle tecniche come mantenimento della identità culturale, elementi non sempre desumibili (o attendibili) dalle fonti indirette. In tale ottica è necessario definire un approccio metodologico per l'individuazione di regole interpretative ed attuative attraverso la comparazione analitica delle informazioni rinvenienti dalle fonti dirette e da quelle indirette; occorre, in altre parole, comparare le informazioni direttamente desumibili dall'analisi “critica” del manufatto, attraverso il ricorso al metodo “analogico comparativo” per la valutazione della provenienza dei materiali e per l'analisi dei sistemi costruttivi tradizionali, con quelle derivanti dall'uso del “metodo diretto”, attraverso analisi visive in situ e prove in laboratorio.

Infatti, l'innovazione tecnologica consente di mettere a punto tecniche di indagine sulla conoscenza dello stato patologico di un edificio molto avanzate; esse sono in grado di fornire indicazioni sulle principali

The small underground space [6] (original nucleus of the Church), in the aftermath of the events of the spring of 1650 (the supposed Marian apparitions and miraculous healings), was no longer sufficient to receive all the pilgrims who came to visit the Virgin Mary; so, in 1736, it was built the new church and completed – “in one resolution” [7] (literally as reported in historical sources) – in 1753 and consecrated in May of 1850.

The new church (in baroque style) was built nearby to the original underground church; it consists of a building with a single nave in which there are four



Figure 1. Façade and internal view of liturgical space.

altars (placed in four chapels defined by the pillars); to each pillars correspond the external buttresses [8]. The façade is divided into two separate orders from string course cornice and connected at the top by two volute elements with pinnacles; on the only entrance door there is a tympanum with an arch supported by two metopes [9]. The church, which is currently open for the cult, has a length of about 25.00 m and a height of about 15 m in the nave (covered by a barrel vault with richly decorated side lunettes).

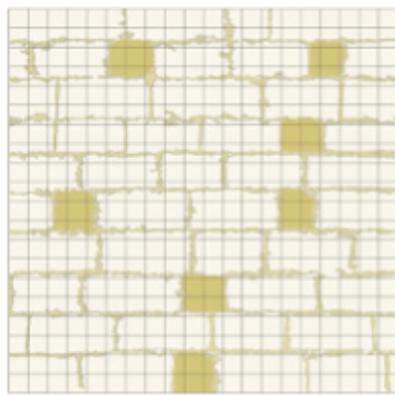
The church is built with local stone masonry bearing (also called “tufo”) coming from the nearby quarry of Montescaglioso (little city close from Laterza); this stone is classified as bio-limestone belonging to the geological formation of “*Calcareni di Gravina*” (macroscopic analysis and the stereomicroscope made in January 2015). It is bio-calcareni of colour ranges from white to pale yellow (sometimes tending to brown caused by the surface oxidation) and consisting of an aggregate of angular fragments of limestone. In particular, the rocks are composed essentially of limestone compact granules and fragments of marine fossils. The average grain size varies from “arenaceous average” (0.3-0.06 mm) to medium “coarse sandstone” (0.5-2.0 mm). The cohesion level, porosity and the amount of cement change lightly even within the same sample. The traditional constructive art has allowed the articulation of different sizes of the blocks in stone parallelepipeds (*opus quadratum*) whose mortar joints are not thicker than a few millimetres.

caratteristiche dei materiali e sui sistemi tecnologici e/o costruttivi dell'organismo architettonico indagato permettendo, quindi, la stesura di un quadro diagnostico reale e dettagliato. Le tecniche utilizzate (distruttive o non) per ottenere un quadro conoscitivo e quindi patologico completo sono numerose. La casistica relativa alla loro applicabilità, invece, pur essendo abbastanza ampia e documentata, risulta essere ancora abbastanza eterogenea e non ancora sistematicamente organizzata. È opportuno, quindi, evidenziare che - accanto alla già descritta fase conoscitiva indiretta - molte di queste

tecniche potrebbero essere usate in maniera incrociata, consentendo, così, di ricavare dati che siano qualitativamente e quantitativamente corretti ed estensibili all'intero manufatto architettonico; un tale approccio è utile sia per la conoscenza e la classificazione degli eventi (patologici e non) che hanno interessato l'edificio.

4. CASO STUDIO

L'approccio metodologico sopra descritto è stato testato su diversi casi studio, tutti appartenenti alla tipologia delle architetture ecclesiastiche di valenza storica; in particolare - e solo a titolo esemplificativo - di seguito si riporta il caso del Santuario “Mater Domini” in Laterza (Italia). Il piccolo ipogeo [6] (nucleo originario dell'attuale Santuario), all'indomani degli accadimenti della primavera del 1650 (presunte apparizioni mariane), non fu più sufficiente ad accogliere tutti i devoti che si recavano in visita alla Madonna anche dalle zone limitrofe, dopo che la notizia di prodigiose guarigioni si era diffusa celermente nel circondario, sicché nel 1736 si mise mano alla edificazione della nuova chiesa, terminata - “in un'unica risoluzione” [7] (come riportato letteralmente dalle fonti storiche) - nel 1753 e consecrata nel maggio del 1850. La nuova fabbrica di forme barocche, eretta accanto alla chiesa ipogea, è costituita da un edificio ad unica navata nella quale si affacciano quattro altari allineati nei profondi archi ricavati fra i pilastri, rafforzati all'esterno dai corrispondenti contrafforti [8]. La facciata, suddivisa in due ordini separati da cornici marcapiano e raccordati all'estremità da due



TUFI DI PIATTO	MALTA	DIATONI
AREA MALTA : 0,55 mq _ 12,97 % AREA TUFI : 3,73 mq _ 87,03 % AREA TUFI (piatto) : 3,45 mq _ 92,49 % AREA TUFI (diatoni) : 0,28 mq _ 7,51 %		

Figure 2. Typological masonry analysis.

Instead the rough stone wall, on which the deficiencies of stone flakes leave empty spaces between the stones that need to be filled with mortar, *opus quadratum* has on the wall surface the blocks so carefully matched that only a small mortar thickness is interposed between them; any spaces between the interior of the masonry skins are normally filled with slivers of good mortar, thus reconstituting the monolithic structure and leaving unchanged the inherent resistance defect of masonry.

The roof, however, is constituted with a double vaulted structure: from the inside there is a stone barrel vault, with intrados decorated, and extrados with a cementitious screed; from the external structure, there is a gable roof

elementi a volte mistilinee chiuse da pinnacoli, è verticalmente tripartita a simulare il medesimo numero di navate interne ed è chiusa da un timpano voltato a botte; sull'unico portone d'ingresso vi è un timpano ad arco spezzato sorretto da due metope [9]. La chiesa, attualmente aperta al culto, ha una lunghezza di circa 25,00 m ed una altezza di circa 15 m in corrispondenza dell'unica navata (la cui chiusura orizzontale è costituita da una volta a botte con lunette laterali riccamente decorate); essa termina con un catino absidale della stessa altezza della volta della navata centrale. L'aula centrale è arricchita, inoltre, dalla presenza di quattro piccole nicchie con altari e altre due dalle quali si accede alla sacrestia e alla cripta. La chiesa è realizzata con una



Figure 3. Attic space, detail of the elements (called "bubbole") e texture of the buttresses.

covered with roof tiles.

Between these two structures there is an attic space, empty and hardly accessible. In the preliminary step, it was also carried out an analysis of the surface layer for the characterization of the stone material highlighting the stratigraphic relationships between them, the definition of the structure, the documentation of alteration layers, traces of colourings and deposits of particles.

In particular, the analysis (microstratigraphic analysis of the preparation prepared in cross section and glossy microchemical tests, carried out in

muratura portante in pietra locale (anche detta "tufo") regolarmente tessuta, proveniente dalla vicina cava di Montescaglioso (MT), classificabile come bio-calcareniti appartenente alla formazione geologica delle "Calcareniti di Gravina" (analisi macroscopiche e allo stereomicroscopio effettuate nel gennaio 2015). Si tratta di bio-calcareniti di colore variabile dal bianco al giallo chiaro, talora tendente al bruno chiaro per ossidazione superficiale, costituite da un aggregato di frammenti angolosi di natura calcarea. In particolare, le rocce sono composte essenzialmente da granuli di calcare compatto e frammenti di fossili marini. La granulometria varia mediamente da arenacea media (0,3-0,06 mm) ad arenacea medio grossolana (0,5-2,0

January 2015) have highlighted the stratigraphic sequence, starting from the stone of masonry; it consists in: 1) support stone, “Calcarenite di Gravina”; 2) layer whitish due to the application of a little diluted in water lime (plastering); 3) incomplete cold white hue colouring due to the application with two drafts of lime with fine calcium carbonate and pigmented with a rare black pigment of very fine particle size; 3), 4), 5) and 6) further layers (plastering) that may

mm). Il grado di coesione, la porosità e la quantità di cemento variano leggermente, talora anche all'interno dello stesso campione. L'arte costruttiva tradizionale ha permesso l'articolazione di diverse misure dei conci in parallelepipedi lapidei i cui giunti di malta, come ragionevolmente si conviene tra pietre squadrate, non sono più spessi di pochi millimetri. A differenza del muro di pietra grezza, in cui le irregolarità delle scaglie lapidee lasciano tra pietra e pietra



Figure 4. Microscopic analysis of the stratigraphy.

have been applied in the course of four different maintenance interventions and 7) whitish finish layer, the cool tone, due to the application of a dye with lime end of calcium carbonate and pigmented with a rare black pigment of very fine particle size (it could be graphite).

During the recent restoration intervention of the church (April 2015), it has been possible also to observe parts of masonry and to highlight the stone element of the wall and the constructive technics of masonry.

It was possible, therefore, to observe and to read the wall structure and to highlight the differences in the masonry as a clear sign of the various constructional phases; in particular, this difference was found in the upper part of the building and in the buttresses. In this consideration is added to the particular conformation of the building that presents, as already said, between the coverage of the nave and the roof tiles, an interstitial space realized with a different system of construction, with brick elements lightened (called in the local tradition “*bubbole*”) also arranged in an arch shape. This construction system has been one of the expedients adopted by the builders to lighten the weight of the vaulted structure over the time. Francesco Di Giorgio Martini wrote that the “old builders” to decrease the loads on the retaining walls “used to build the vaults with the empty terracotta amphora” [10].

This construction system has spread in the geographical area of the Murgia starting only from the first half of the nineteenth century (as the archive documents provide); in fact, there are documented examples of similar buildings in Matera from 1820. This temporal consideration, joined to the reading of the wall structure of the above said buttresses, has imposed

spazi vuoti che devono essere colmati con malta, l'opus quadratum in uso presenta sulla superficie del muro i blocchi così accuratamente accostati che solo un piccolissimo spessore di malta è interposto tra una giacitura e l'altra; gli eventuali spazi interni tra le due pelli della muratura sono normalmente riempiti con scaglie di buona malta, ricostituendo così il monolitismo trascurato, o con materiale incoerente, lasciando inalterato il difetto di resistenza intrinseco alla tessitura.

La chiusura di copertura, invece, si presenta con una doppia struttura voltata: dalla parte interna vi è una volta a botte in pietra con intradosso decorato e all'estradosso un massetto cementizio. La struttura esterna, invece, si presenta con una copertura a falde inclinate rivestite da coppi. Tra queste due strutture, pur indipendenti tra loro, vi è un sottotetto, vuoto e difficilmente accessibile. In fase preliminare, è stata effettuata anche una analisi dello strato superficiale per il caratterizzare del materiale lapideo evidenziandone i rapporti stratigrafici, la definizione della struttura e della composizione di massima di ciascuna stesura, la documentazione di eventuali strati di alterazione, tracce di coloriture e depositi di particellato.

In particolare, le analisi (analisi microstratigrafiche su preparato allestito in sezione lucida trasversale e test microchimici, effettuate nel gennaio 2015) hanno evidenziato la successione stratigrafica, partendo dal supporto lapideo consistente in: 1) Lembi della pietra di supporto, “Calcarenite di Gravina”; 2) Strato biancastro dovuto all'applicazione di latte di calce poco diluito in acqua - Scialbo; 3) Lacunosa coloritura di tonalità bianco freddo dovuta all'applicazione con due stesure contestuali di una tinta alla calce, caricata con fine carbonato di calcio e pigmentata con un raro pigmento nero di granulometria molto fine; 3), 4), 5) e 6) strati ulteriori di scialbi

certainly a further investigation on the historical information; it refers to the above said construction time (“in one resolution”): it is not possible as the obvious presence of technological and construction systems belonging to a later period (“*bubbole*”).

The scientific evidence that as reported from historical sources that information



Figure 5. Thermoluminescence: analysed elements.

was incorrect, it was obtained by the test of thermoluminescence for dating bubbles of the roof structure. In fact, the absolute dating of a ceramic element (terracotta, clay, etc.) is possible by using the thermoluminescence phenomenon, a particular case of phosphorescence [11]. The thermoluminescence is the light emission, recordable using an appropriate instrumentation, which is observed during the heating of an insulating material or semiconductor previously irradiated with ionizing radiation.

The raw material used for the realization of ceramic elements contains minerals capable of trapping in their crystalline structure of the electrons up to a level of equilibrium. The electrons are produced by the radioactive decay of some elements contained in minerals. When the clay is moulded and then fired at a temperature higher than 600° C, all the electrons, trapped inside the material, are released. Therefore, cooked element does not present the thermoluminescence phenomenon because it is devoid of trapped electrons. Over time, the ceramic material [12], interacting with the environmental radioactivity, gradually regains the electrons following physical laws; in fact, the accumulation of electrons increases with the age of the ceramic. Knowing these physic norms and measuring the amount of trapped electrons, it can be traced back to the time when it started the accumulation of the electrons; this time corresponds to the end of the cooking process of the element. The amount of present electrons is measured using the thermoluminescence phenomenon with a particular instrumentation that allows the gradual heating of the material and the simultaneous measurement of its light output. The result is given by a graphic that relates the absorbed light radiation (average energy per unit mass)

che potrebbero essere stati applicati nel corso di 4 diversi interventi di manutenzione e 7) strato di finitura biancastro, di tonalità fredda, dovuto alla applicazione di una tinta alla calce caricata con fine carbonato di calcio e pigmentata con un raro pigmento nero di granulometria molto fine (forse grafite). Durante i recenti lavori di restauro conservativo della

fabbrica, si sono potute osservare anche parti di muratura in cui, a causa del degrado, la finitura superficiale era scomparsa; ciò ha consentito di portare alla luce l'elemento lapideo del supporto murario. Si è potuto, quindi, osservare e leggere la tessitura muraria (prima non facilmente visibile) e osservare le differenze nella impostazione dell'apparecchiatura muraria, segno evidente delle varie edizioni costruttive; in particolare, questa differenza è stata riscontrata nella parte sommitale dell'intero corpo di fabbrica e nei contrafforti. A questa considerazione si aggiunge la particolare conformazione della fabbrica che presenta, come già detto, tra la copertura della navata centrale ed il piano delle tegole, uno spazio interstiziale, arcuato, realizzato con un sistema costruttivo differente, con elementi in laterizio alleggeriti (chiamati nella tradizione locale "bubbole") disposti anch'essi a forma di arco. Tale sistema costruttivo è stato uno degli espedienti adottati dai costruttori per alleggerire il peso proprio delle volte. Francesco Di Giorgio Martini scriveva che gli "antichi" per diminuire i carichi sui muri di sostegno usavano costruire le volte con dei vasi vuoti in terracotta [10]. Tale sistema costruttivo si è diffuso nell'area geografica murgiana a partire solo dalla prima metà del XIX secolo (sono, infatti, documentati esempi di costruzioni analoghe nell'area materana a partire dal 1820). Questa considerazione temporale, unita alla lettura della tessitura muraria dei contrafforti (di cui sopra), hanno imposto certamente una ulteriore verifica su quanto la storiografia locale testimoniava e documentava come elemento storicamente certo, vale a dire la costruzione della fabbrica ("in un'unica risoluzione") nel 1753, data la evidente presenza di sistemi tecnologici e costruttivi appartenenti ad un periodo successivo (bubbole). La prova scientifica che quanto riportato

with temperature. The absolute dating analysis carried out by this analysis are performed on material coming from known contexts because it is need to know the environmental conservation radioactivity of the materials. However, resorting to a sampling of a few tens of milligrams material, it can verify the authenticity or the suitability of a proposed dating for a ceramic element. Knowing the thermoluminescence accumulated by the sample taken from the building, it can check suitability with thermoluminescence expected from an object of the same age and of the same geographical origin (authentication), too. Analysing the taken samples, the total light radiation absorbed by the ceramic element after the cooking, the thermoluminescence characteristics of the sample, were found to be compatible with those of ceramic elements of the same geographical origin made between the end of the eighteenth century and throughout the first half of the nineteenth century.

5. CONCLUSIONS

Despite the local historiography had always documented that the church “*Mater Domini*” was built “in a unique resolution” in 1753, it has been demonstrated, however, through a careful analysis of the building constructive system and its technological and material characteristics, that the Church has undergone a significant transformation; it consisted in elevation the entire building and implementation of the interstitial space for the installation of the roof covering, probably at the time when the church was consecrated, in 1850. It is essential the contribution of documentary knowledge and archival ones, but equally it is essential the direct analysis and the study of architecture in situ for the definition of a suitable intervention, respectful of its own characters.

6. REFERENCES

- [1] Cigni G., *Il consolidamento murario – tecniche d'intervento*, Edizioni Kappa, Roma, 1978.
- [2] Carbonara G., *Trattato di restauro architettonico*, UTET, vol. I-II-III-IV-V, Torino, 1978.
- [3] Binda L., *Metodi statici di stima della capacità portante di strutture murarie*, in “Comportamento statico e sismico delle strutture murarie”, Roma, 1982.
- [4] Pagliuca A., Giacobelli D., *La Chiesa del Pio Monte dei Morti. Storia, Recupero e Adeguamento Liturgico*, prefazione di Paolo Rocchi, edito da CUES, Salerno, 2013.
- [5] Pagliuca A., *Compatibilità*, in ANANKE 72, maggio 2014, p. 45-46, ISSN: 1129-8219.
- [6] Tamborrino P., *Cripte eremitiche e tradizione bizantina in territorio di Laterza (Taranto)*, Matera, 2003.
- [7] Bongermio R., *Storia di Laterza. Gli eventi, l'arte, la natura*, Galatina, 1993.
- [8] Carrera F., Pascale M., *La Mater Domini e Laterza*, Castellaneta, 1987.
- [9] Panebianco A., *L'automa e lo spirito: azioni individuali, istituzioni, imprese collettive*, Il Mulino, 2009.
- [10] AA.VV., *Santuario Mater Domini Laterza (TA) - Storia Arte Culto*, Laterza, 2001.
- [11] Pagliuca A., Pelosi M., “Le Bubboli per alleggerire le volte in laterizio e gli esempi di Matera”, in ANANKE 77, gennaio 2016, p. 141-144, ISSN: 1129-8219.
- [12] Faccio P. [et al.], *Potenzialità applicative dell'analisi stratigrafica. Ricostruzione di una possibile storia meccanica di un edificio storico*, in “Archeologia dell'Architettura”, Vol.

dalle fonti storiografiche fosse non corretto, è stata ottenuta mediante la prova di termoluminescenza per datare le babboli che costituiscono la struttura di copertura. Infatti, la datazione assoluta di un corpo ceramico (terracotta, laterizio, ecc.) è possibile sfruttando il fenomeno della termoluminescenza, un particolare caso di fosforescenza [11]. La termoluminescenza è l'emissione luminosa, registrabile con strumentazione opportuna, che si osserva durante il riscaldamento di un materiale isolante o semiconduttore precedentemente irraggiato con radiazioni ionizzanti. La materia prima impiegata per la realizzazione dei corpi ceramici, denominata comunemente argilla, contiene dei minerali capaci di intrappolare nella loro struttura cristallina degli elettroni fino ad un livello di equilibrio. Gli elettroni vengono prodotti dal decadimento radioattivo di alcuni elementi contenuti nei minerali. Quando l'argilla viene plasmata e poi cotta ad una temperatura superiore ai 600 °C tutti gli elettroni (o cariche) intrappolati all'interno del materiale vengono rilasciati. Pertanto, un manufatto appena cotto non presenta il fenomeno della termoluminescenza perché è privo di elettroni intrappolati. Nel corso del tempo il materiale ceramico [12], interagendo con la radioattività ambientale, riacquista gradualmente degli elettroni seguendo leggi di tipo fisico (l'accumulo di cariche aumenta con l'età della ceramica). Pertanto, conoscendo queste leggi e misurando la quantità di elettroni intrappolata si può risalire al momento in cui è iniziato l'accumulo degli elettroni stessi, momento che corrisponde alla fine della cottura del manufatto. La quantità di cariche presenti si misura sfruttando il fenomeno della termoluminescenza con una particolare strumentazione che consente il riscaldamento graduale del materiale e la contemporanea misura della sua emissione luminosa. Il risultato è dato da un grafico che mette in relazione la dose assorbita (energia media per unità di massa) con la temperatura. Le analisi di datazione assoluta mediante questa analisi si eseguono su materiale proveniente da contesti noti perché occorre conoscere la radioattività dell'ambiente di conservazione dei materiali stessi [13]. Tuttavia ricorrendo ad un prelievo di materiale di poche decine di milligrammi è possibile verificare l'autenticità di una ceramica o la compatibilità di una datazione proposta per un corpo ceramico, in relazione a dati di tipo stilistico, storico - archeologico o storico architettonico. Conoscendo la termoluminescenza accumulata dal campione prelevato dal reperto, si può verificare la compatibilità con la termoluminescenza attesa da un oggetto della stessa età e della stessa provenienza geografica (autenticazione). Dai calcoli eseguiti la dose totale assorbita dal corpo ceramico dopo la cottura, le caratteristiche termoluminescenti del campione sono risultate compatibili con quelle di corpi ceramici della stessa provenienza geografica realizzati tra la fine del XVIII secolo e tutta la prima metà del XIX secolo.

II, Roma, 1997.

- [13] Brogiolo G.P. [et al.], *Archeologia dell'Architettura. Metodi e interpretazioni*, Firenze, 2012.
- [14] Martini M. [et al.], *Elementi di archeometria – Metodi fisici per i beni culturali*, EGEA S.p.A. – Milano II, Ed. 2007.

5. CONCLUSIONI

Nonostante la storiografia locale avesse da sempre raccontato che la fabbrica del santuario fosse stata costruita in una unica risoluzione nel 1753, si è potuto dimostrare, invece, attraverso una attenta analisi della fabbrica stessa e delle sue caratteristiche tecnologiche e materiche, che il Santuario molto probabilmente ha subito una trasformazione significativa, consistita nell'innalzamento dell'intero corpo di fabbrica e nella realizzazione dello spazio interstiziale per la posa del manto di copertura, probabilmente in occasione della consacrazione della chiesa nel 1850. È fondamentale l'apporto della conoscenza documentale ed archivistica, ma altrettanto essenziale è l'analisi diretta e lo studio dell'architettura in situ per la definizione di un intervento rispettoso dei caratteri propri della fabbrica sulla quale si interviene. Una considerazione ulteriore è quella di una indispensabile conoscenza delle tecniche costruttive tradizionali per poter collocare coerentemente un'architettura monumentale tra luogo, storia, forma e dimensione.