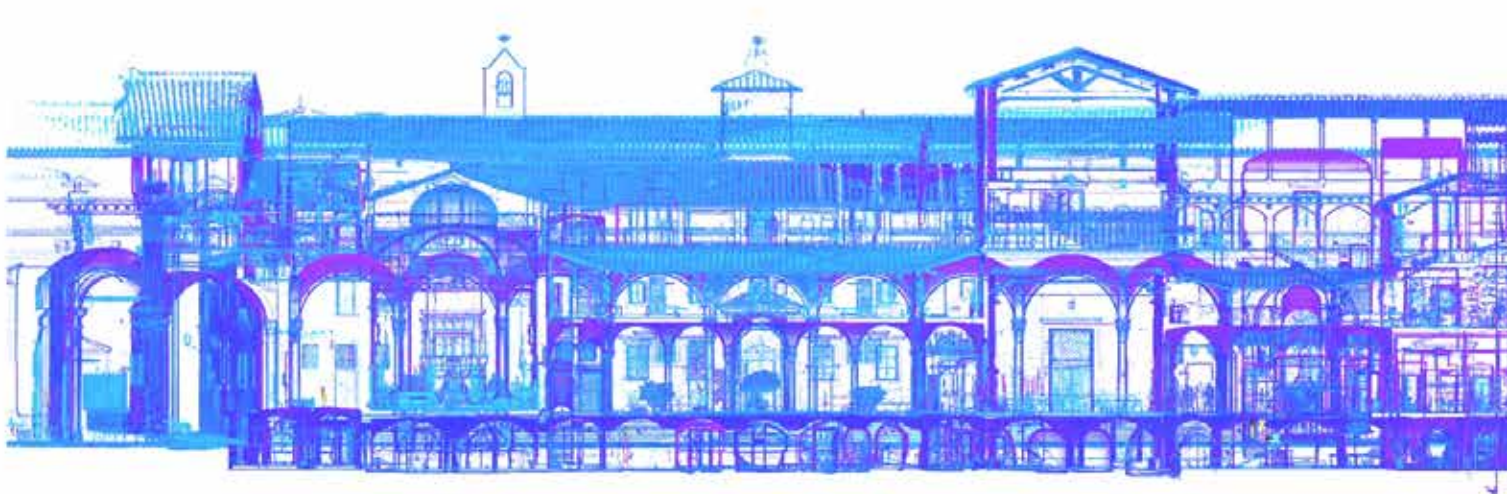
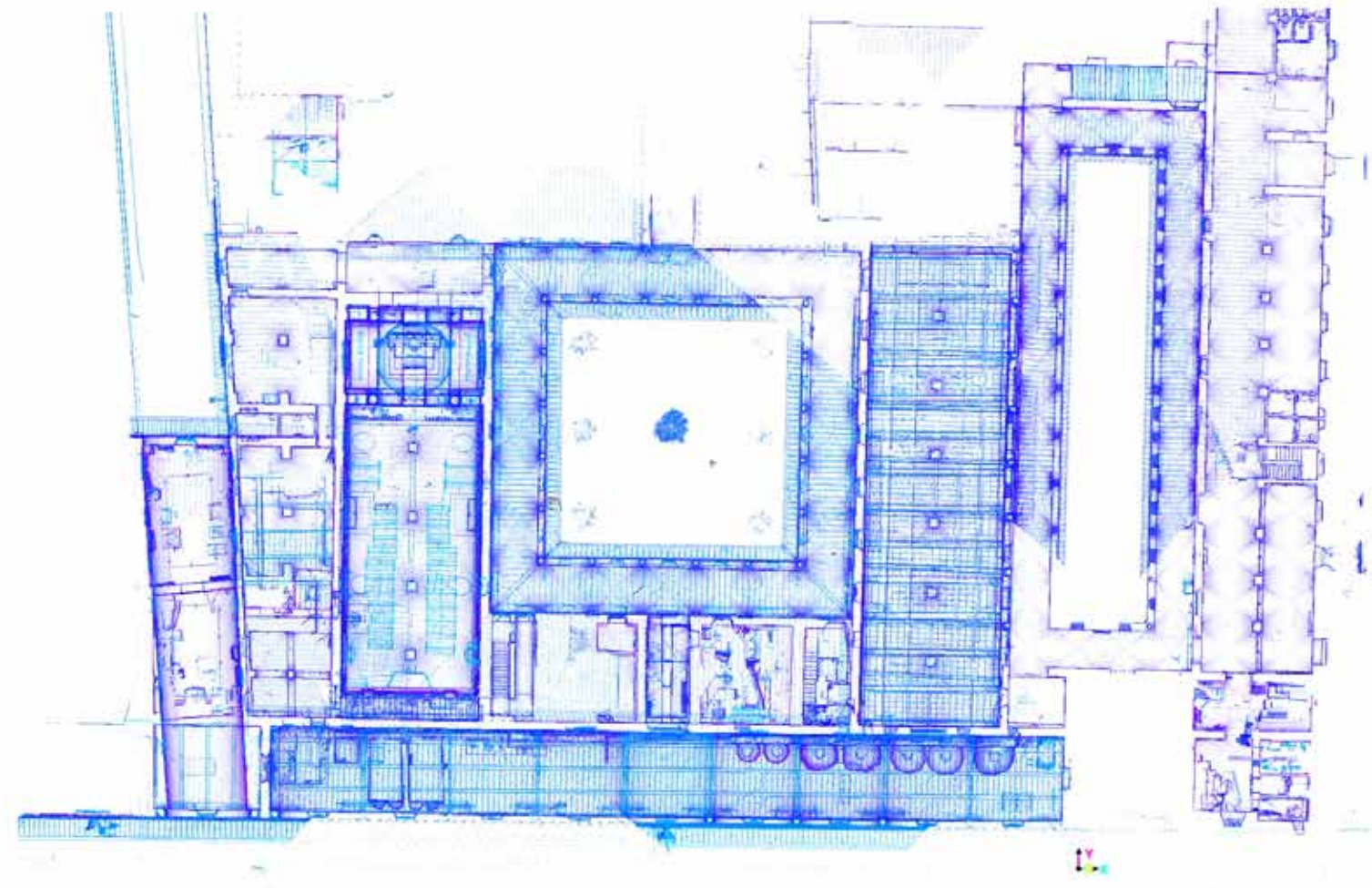




Rilievo e rappresentazione del costruito esistente per l'HBIM

Digital documentation and Historic Building Information Modeling

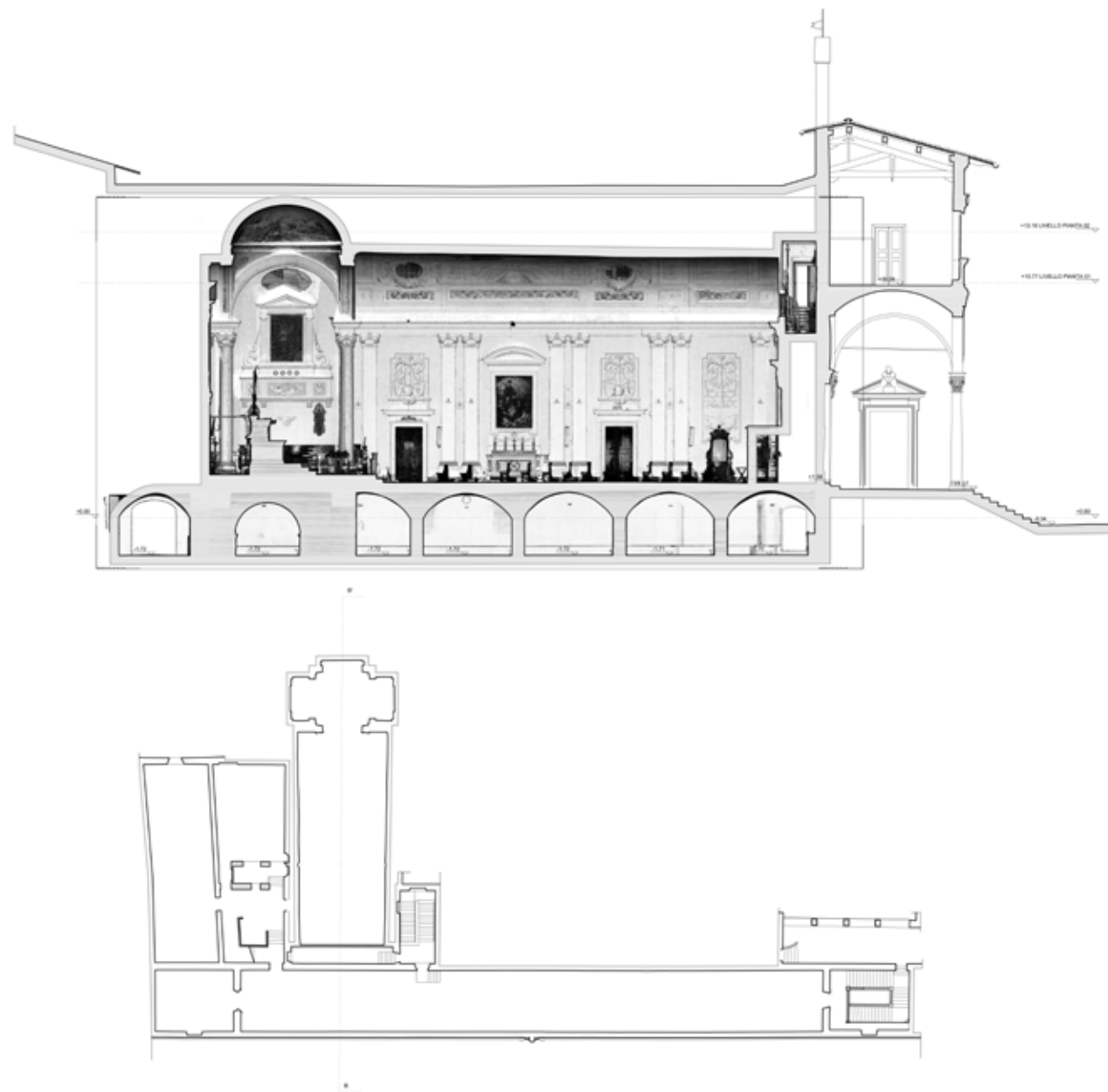
Fabiana Raco
Dario Rizzi
Gabriele Giau
Guido Galvani

La documentazione digitale del patrimonio costruito esistente è un ambito di crescente interesse e sperimentazione per lo sviluppo e l'ottimizzazione di protocolli di rilievo tridimensionale, di elaborazione del modello complessivo di dati e di rappresentazione bidimensionale e tridimensionale nella direzione della maggiore automazione delle procedure di estrazione elaborazione e condivisione delle informazioni.

The role of digital documentation of the built heritage is becoming even more crucial in order to develop and optimize three-dimensional surveying protocols, data processing and both the two-dimensional and three-dimensional models towards the development of automation procedures for the extraction and exchange of information.

Rilievo digitale integrato de
l'Ospedale degli Innocenti,
Firenze. DIAPReM, Dipartimento
di architettura, Università degli
studi di Ferrara

3D integrated digital survey of
Ospedale degli Innocenti, Firenze.
DIAPReM, Department of Archi-
tecture, University of Ferrara



L'intervento sul patrimonio costruito esistente è caratterizzato, anche nel contesto di una crescente digitalizzazione, da un inefficace controllo dei tempi e dei costi delle fasi di conoscenza dello stato di fatto, progettazione e costruzione dell'opera, da frequenti varianti in corso d'opera, derivanti in particolare da incompletezza, incongruenza e scarsa usabilità della documentazione conoscitiva a supporto del progetto d'intervento, da discontinuità e incompletezza informativa da un lato, da ridondanza e duplicazione dei dati dall'altro.

Nell'ambito del ciclo di vita dell'intervento sul patrimonio esistente, sono in particolare le fasi di rilievo, diagnostica e indagine documentale a costituire, oggi insieme alla fase di gestione del manufatto, il momento di maggiore, e spesso reiterata, produzione documentale e informativa e per questo oggetto di una crescente attenzione nella direzione dell'applicazione di protocolli di documentazione digitale integrata.

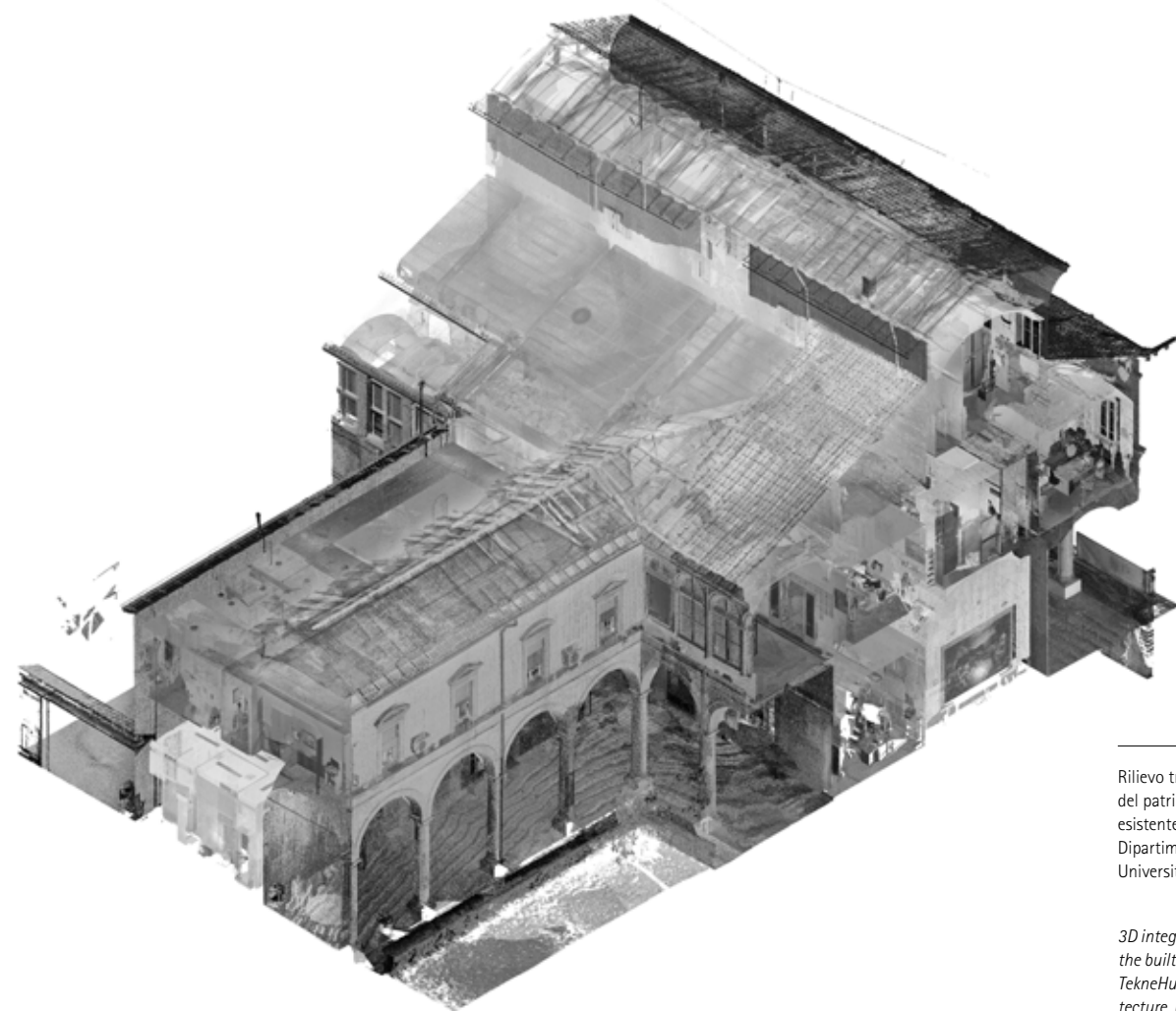
La varietà tipologica e morfologica del patrimonio

Rilievo digitale integrato de l'Ospedale degli Innocenti, Firenze; sezione trasversale. DIAPReM, Dipartimento di architettura, Università degli studi di Ferrara

3D integrated digital survey of Ospedale degli Innocenti, Firenze; cross section. DIAPReM, Department of Architecture, University of Ferrara

esistente e degli elementi costruttivi che lo caratterizzano determina infatti, unitamente a metodi e processi conoscitivi e di documentazione ancora in larga parte tradizionali e dunque non digitali, ricadute quali:

- assenza di contenuti informativi univoci, aggiornabili in tempo reale;
- assenza di fasi di pianificazione e gestione efficaci e basate su l'analisi di dati;
- duplicazione dei contenuti informativi, se non addirittura duplicazione di fasi del processo quali, in particolare, le fasi di conoscenza dello stato di fatto a causa dell'incompletezza della documentazione esistente o della sua difficile implementazione. Allo scenario descritto si aggiunge, con riferimento alla fase di conoscenza e documentazione dello stato di fatto, una caratteristica intrinseca del patrimonio costruito esistente contraddistinto, in particolare se storico, da elementi costruttivi di geometria complessa tali da rendere i processi di rilievo, interpretazione del dato rilevato, rappresentazione e

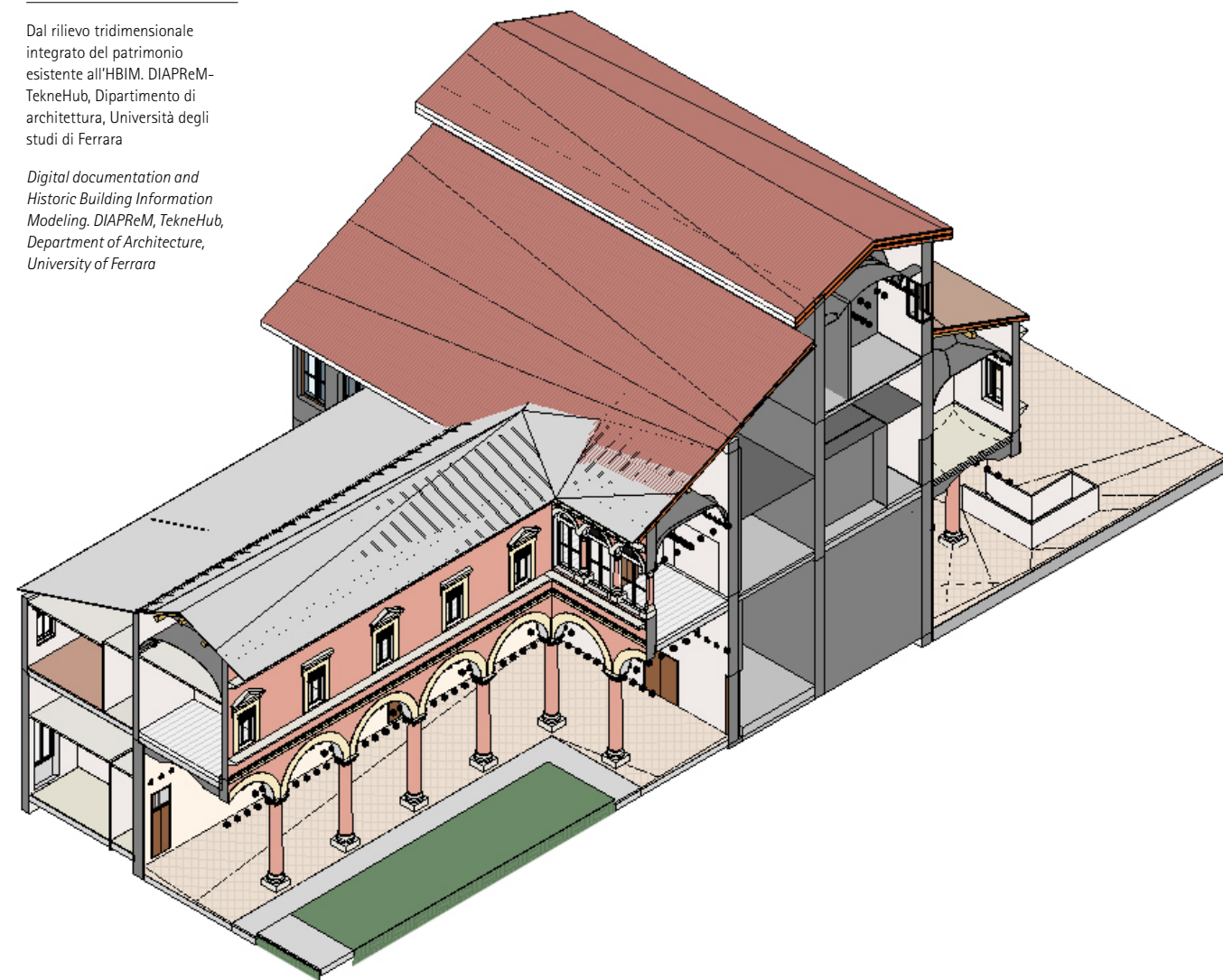


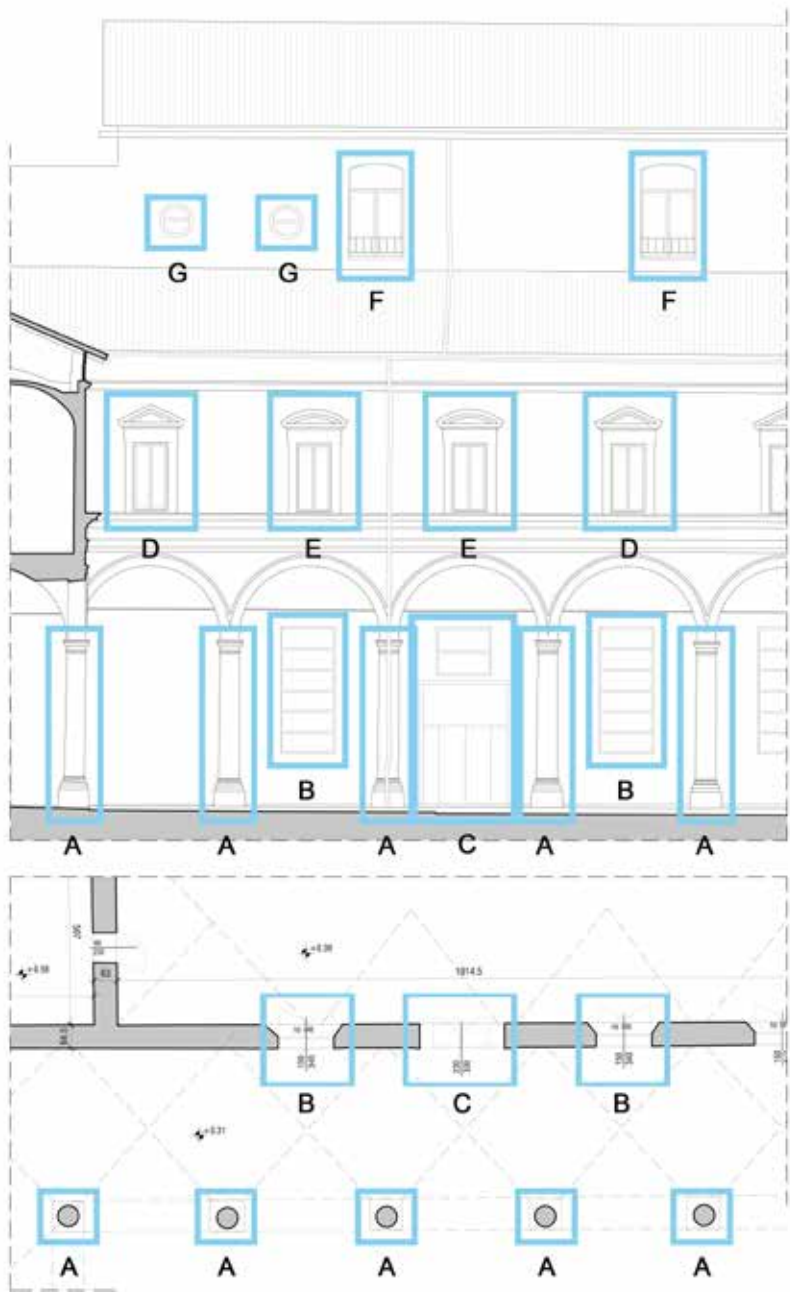
Rilievo tridimensionale integrato del patrimonio costruito esistente. DIAPReM-TekneHub, Dipartimento di architettura, Università degli studi di Ferrara

3D integrated digital survey of the built Heritage. DIAPReM, TekneHub, Department of Architecture, University of Ferrara

Dal rilievo tridimensionale integrato del patrimonio esistente all'HBIM. DIAPReM-TekneHub, Dipartimento di architettura, Università degli studi di Ferrara

Digital documentation and Historic Building Information Modeling. DIAPReM, TekneHub, Department of Architecture, University of Ferrara





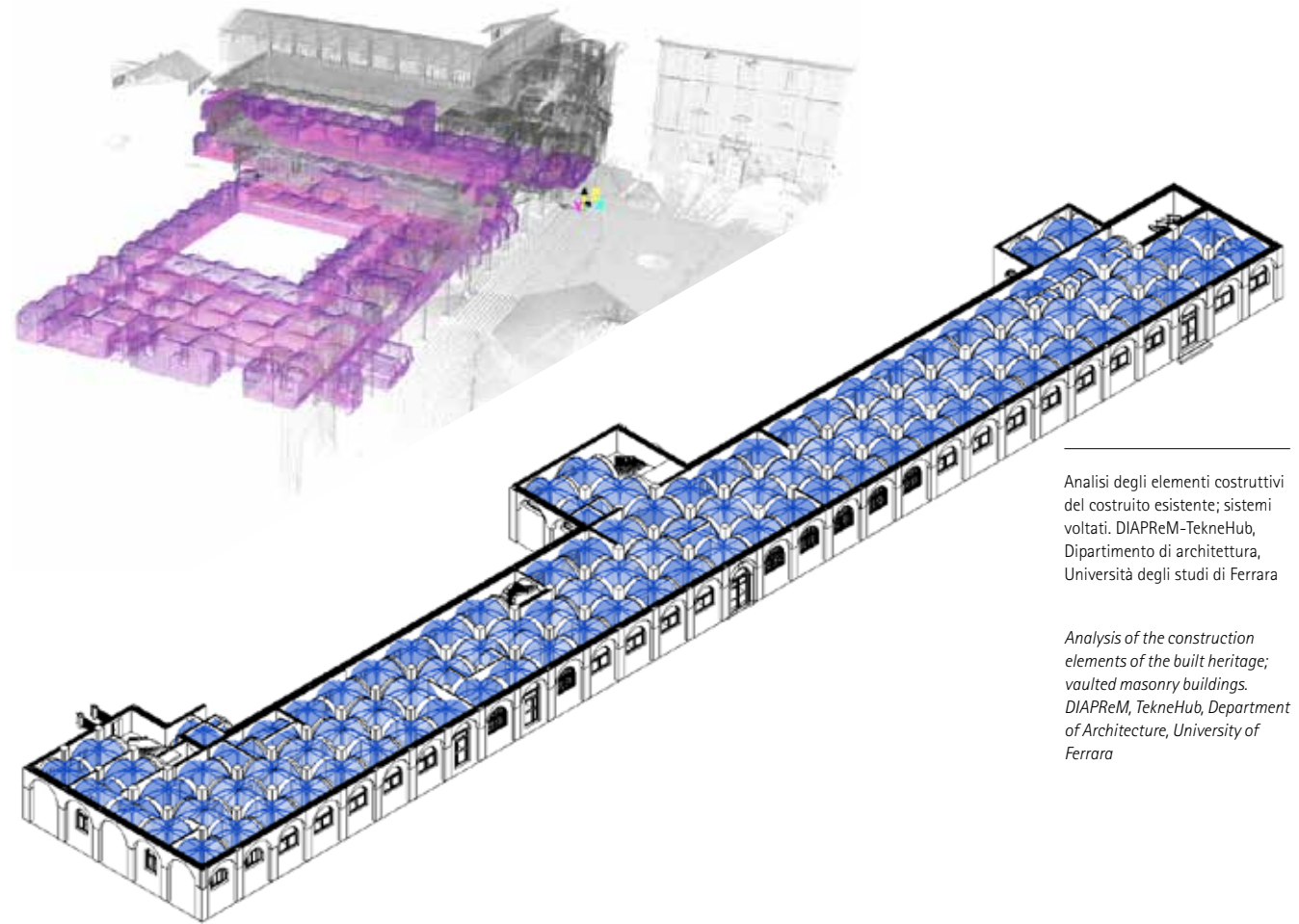
Analisi degli elementi costruttivi del costruito esistente. DIAPReM-TekneHub, Dipartimento di architettura, Università degli studi di Ferrara

Analysis of the construction elements of the built heritage. DIAPReM, TekneHub, Department of Architecture, University of Ferrara

modellazione peculiari se confrontati con il progetto di nuova costruzione. L'*Historic Building Information Modelling* definisce, così come per la prima volta teorizzato da Maurice Murphy (Murphy, 2019), la ricerca nell'ambito dell'integrazione di tecnologie digitali di acquisizione e modellazione dati per lo sviluppo di librerie di oggetti parametrici caratterizzati da forme geometriche complesse, forme libere e geometrie a doppia curvatura, e dunque non contenute, ancora oggi, nelle librerie di componenti standard dei comuni programmi di *authoring*.

I presupposti dell'HBIM: il rilievo del patrimonio costruito

L'implementazione, tanto all'interno dei programmi di disegno assistito quanto di *authoring*, delle funzioni di gestione della nuvola di punti consente oggi di ridurre i passaggi di estrazione e elaborazione del dato in precedenza necessari alla predisposizione intermedia di *Digital Elevation Model*, cosicché la scelta dei piani di sezione rappresentativi può avvenire, in relazione alle caratteristiche morfologiche del manufatto e alle finalità del rilievo, direttamente all'interno di programmi di disegno assistito o di *Building Information Modeling*. Le attuali possibilità di visualizzazione e segmentazione della nuvola consentono la contestuale verifica dei punti appartenenti al piano di sezione individuato in rapporto agli infiniti piani a esso paralleli garantendo, in tal senso, la possibilità di indagare il modello tridimensionale nel suo complesso con la



Analisi degli elementi costruttivi del costruito esistente; sistemi voltati. DIAPReM-TekneHub, Dipartimento di architettura, Università degli studi di Ferrara

Analysis of the construction elements of the built heritage; vaulted masonry buildings. DIAPReM, TekneHub, Department of Architecture, University of Ferrara

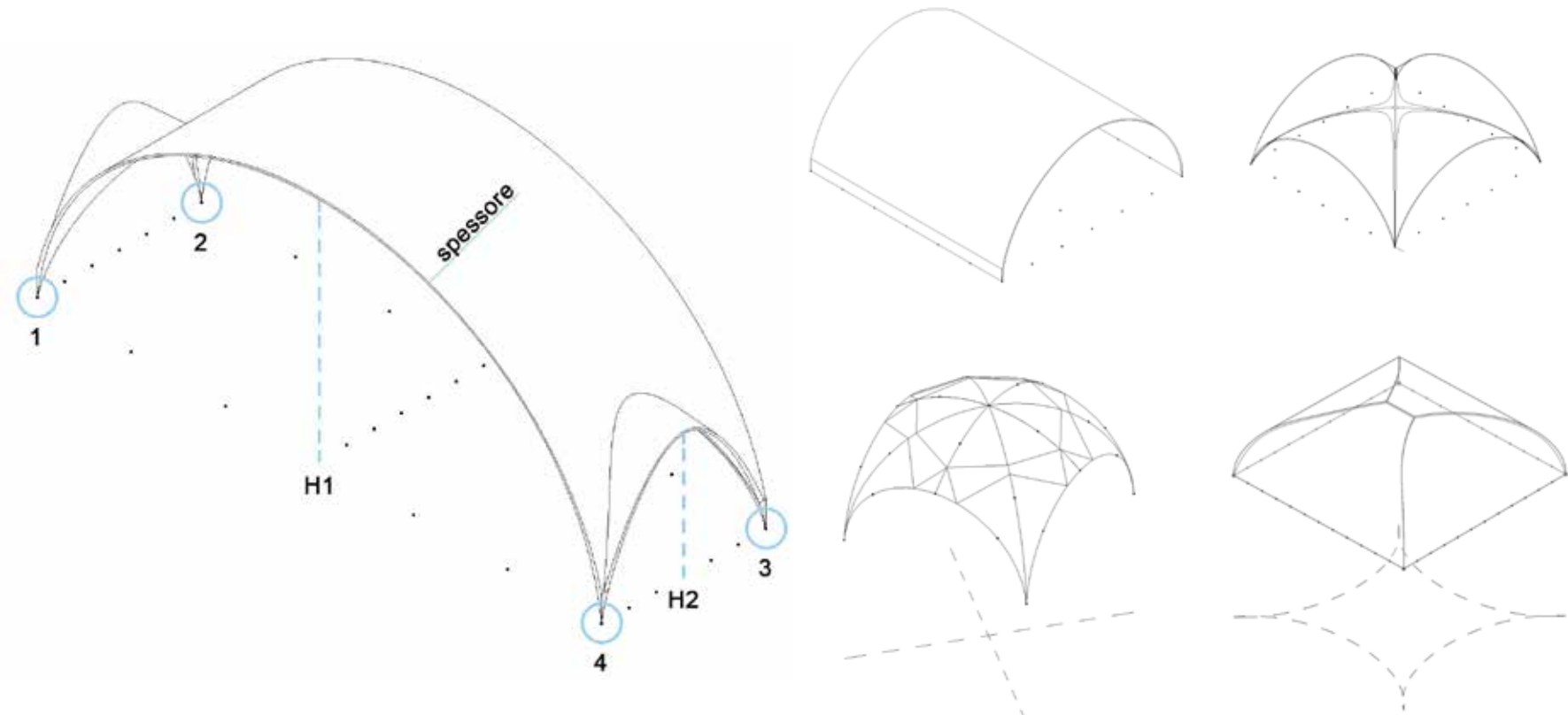
conseguente riduzione dei tempi di comprensione e rappresentazione delle geometrie. L'impiego di visualizzatori di database di rilievo tridimensionale disponibili in formato aperto è contestualmente utile in una fase precedente di segmentazione del modello (Grilli, 2017), attualmente definita da scelte e operazioni eseguite dall'operatore, al fine di estrarre porzioni dal modello complessivo di dati, con riferimento a un medesimo sistema di coordinate georeferenziate, oggetto di singole elaborazioni all'interno di modelli a nuvola di punti particolarmente complessi e caratterizzati da un elevato numero di coordinate.

Rilievo digitale integrato de l'Ospedale degli Innocenti, Firenze; analisi dei sistemi voltati. DIAPReM, Dipartimento di architettura, Università degli studi di Ferrara

3D integrated digital survey of Ospedale degli Innocenti, Firenze; analysis for vaulted masonry buildings. DIAPReM, Department of Architecture, University of Ferrara

Alle finalità delle fasi di rilievo e restituzione si aggiungono inoltre, al fine della definizione del protocollo di estrazione e elaborazione dei dati caratteristico di ciascun caso studio, le richieste e esigenze della committenza. Nell'attuale contesto è ancora frequente, in particolare in presenza di una committenza pubblica, la richiesta di elaborati bidimensionali descrittivi dello stato di fatto oltre che di modelli BIM *as-built*, richiesti con sempre maggiore frequenza indipendentemente dalle soglie cogenti di importo lavori previste dalla norma.

The built heritage project is characterized, even in the context of increasing digitization and mainly with reference to the survey and the state-of-the-art phases, by an ineffective time and cost management, design and construction phases delay, incompleteness, inconsistency and poor usability of the data as well as by discontinuity and incompleteness of information from one hand, redundancy and duplication of data from the other. Within the built heritage project life cycle, the phase of survey, diagnostics and historical analysis are	characterized, as well as the in use and facility management phases, by the production of a large amount of data so as they are acquiring increasing attention in the direction of the application of integrated digital documentation protocols. Consequently, due to the typological and morphological variety of the built heritage and the constructive elements in relation to traditional and therefore not digital documentation processes determine: - lack of univocal and real time updated information; - lack of effective planning	and management phases based on data analysis; - either duplication of information or duplication of process phases such as, in particular, the survey phase due to the incompleteness of the existing data as well as their por usability. Moreover, built heritage is characterized, especially with reference to Cultural Heritage by complex geometry of the construction elements such as to make the processes of survey, interpretation of the data, representation and modeling peculiar when compared with a new construction project. Historic Building Information	Modelling defines, as first theorized by Maurice Murphy (Murphy, 2019), research in the field of integration of digital data acquisition and modeling technologies for the development of libraries of parametric objects characterized by complex geometric shapes, free shapes and double curvature geometries, and therefore not included, even today, in the standard library components of common authoring programs.	HBIM through integrated digital survey of built heritage The implementation of the point cloud management functions allow, both within CAD and authoring softwares, professionals to reduce the efforts of data extraction and processing of data previously necessary, allowing operators to overcome the processing of individual Digital Elevation Model, so that the choice of the most representative section plans can be made, in relation to the morphological characteristics of the object and the purpose
---	---	--	---	---



Analogamente tale quadro di esigenze induce gli operatori della filiera a elaborare parallelamente i modelli bidimensionali e tridimensionali, secondo criteri variabili in funzione dello scopo dell'indagine:

- per porzioni di elevato, piani, in ambiente di disegno assistito;
- per unità strutturali in ambiente BIM in caso di rilievi finalizzati, ad esempio, all'indagine di vulnerabilità sismica del costruito.

Ne consegue che l'accuratezza del complessivo modello a nuvola di punti è diretta conseguenza dei protocolli di rilievo adottati in fase di progetto e acquisizione del dato e di criteri quali:

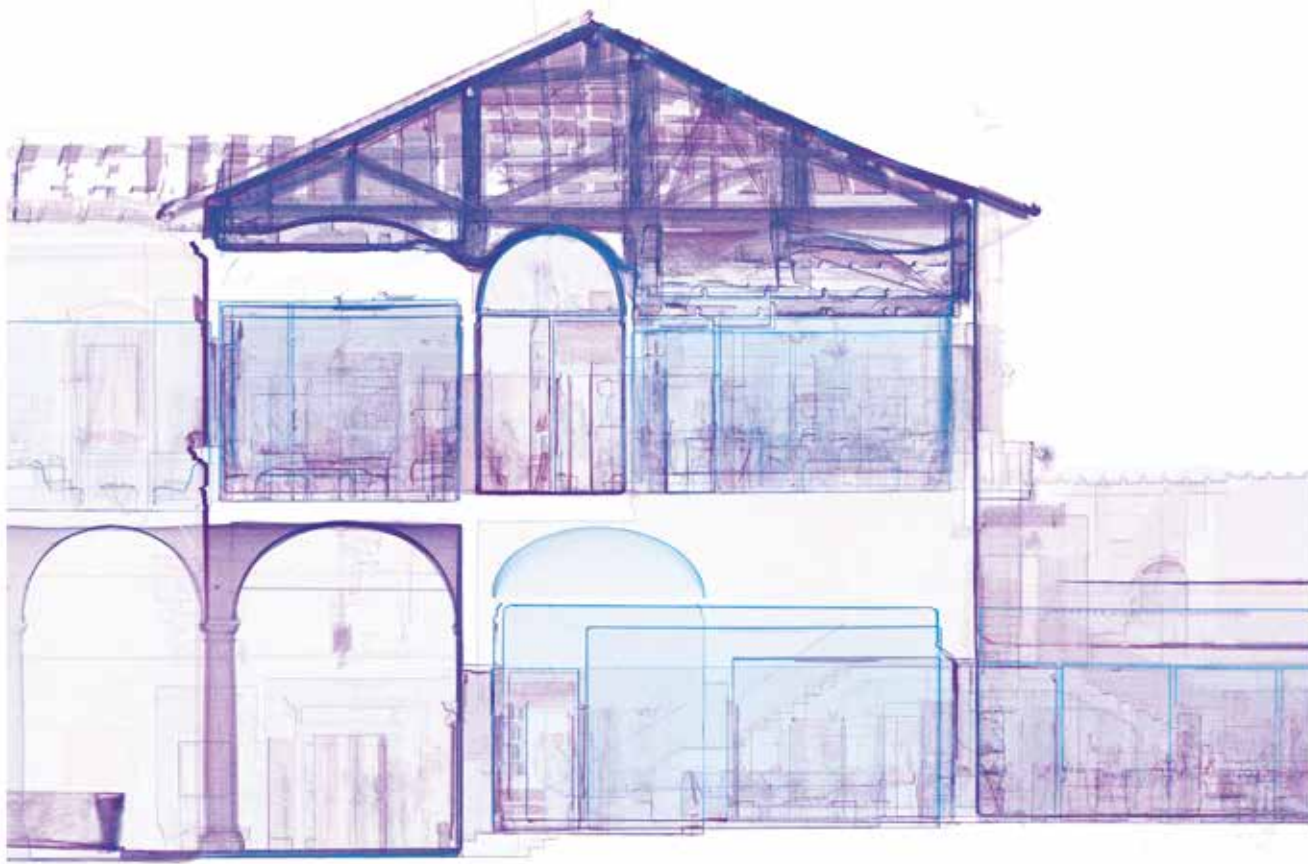
- le caratteristiche tipologiche e geometrico

Modellazione parametrica di sistemi volati in muratura. DIAPReM-TekneHub, Dipartimento di architettura, Università degli studi di Ferrara

parametric modelling of vaulted masonry buildings. DIAPReM, TekneHub, Department of Architecture, University of Ferrara

morfologiche degli edifici oggetto di studio;

- la presenza di elementi e caratteristiche di interesse storico-artistico;
- scale di restituzione di dettaglio, da 1:50 a 1:10;
- la dimensione finale e gerarchizzazione della banca dati digitale al fine della sua gestione e usabilità, anche in rapporto alle competenze effettive o attese degli utenti finali;
- lo sviluppo di modelli BIM di elevato livello di dettaglio.



Interrogazione di database tridimensionale del patrimonio costruito per lo studio tipologico delle strutture di copertura. DIAPReM-TekneHub, Dipartimento di architettura, Università degli studi di Ferrara

Inquiring three-dimensional database of built heritage for the typological study of the roof structures. DIAPReM, TekneHub, Department of Architecture, University of Ferrara

Comprensione e rappresentazione di geometrie parametriche

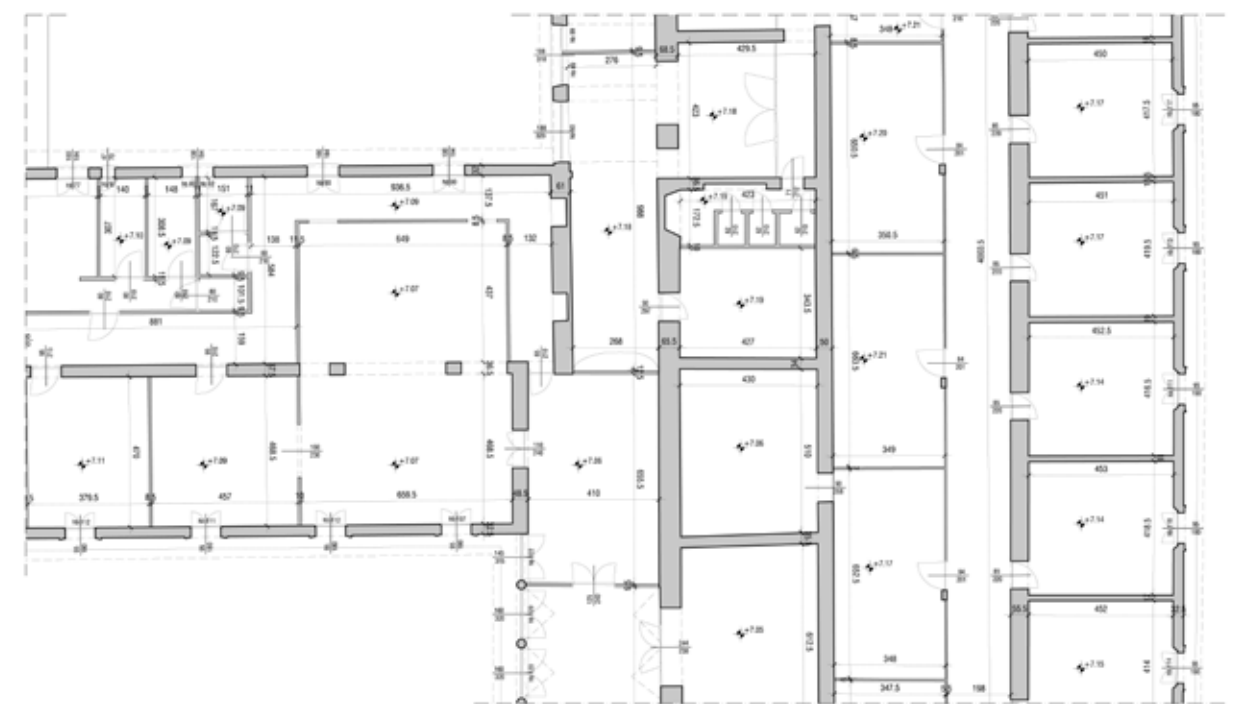
Lo studio, la comprensione e la successiva rappresentazione delle geometrie che caratterizzano il patrimonio costruito esistente mediante modelli digitali numerici a nuvola di punti (*point cloud*) sono innanzitutto conseguenza dei criteri e delle finalità del rilievo che determinano il protocollo di acquisizione del dato e, dunque, il modello finale (Balzani, 2016). Accuratezza del modello e valori minimi di deformazione delle geometrie rilevate considerati per le successive elaborazioni bidimensionali e tridimensionali sono inoltre il risultato delle finalità di analisi e d'intervento (Spallone, 2016), analogamente ai casi di rilievo per la valutazione della vulnerabilità sismica citati.

La scelta dei protocolli di estrazione e modellazione del dato è successivamente influenzata, in particolare per quanto riguarda la modellazione in ambiente BIM, da ulteriori criteri quali:

- la definizione del protocollo di modellazione digitale di geometrie complesse

Parametric geometries understanding and representation	the result of the purposes of analysis and intervention (Spallone, 2016), similarly to the surveying cases for the seismic vulnerability assessment mentioned above. Subsequently, the data extraction and modeling protocols are influenced, in particular with regard to modeling in BIM environment, by further criteria such as: - the definition of the digital modeling protocol of complex geometries (parametric modeling, modeling for surfaces, meshes, or geometric curves, NURBS, for the definition of free and double curvature shapes typical of	built heritage elements) (Paris, 2016); - the skills of the operator in relation to the identification of parameters for the definition of the parametric geometries; - the application of any modeling automation protocols for the management of the shape variation criteria/factors within the types of construction elements identified (Apollonio, 2012); - time and cost of the modeling phase; - skills of the user or end-user involved in terms of the ability to query and implement models over time.
---	---	---

of the survey, directly within CAD programs or Building Information Modeling softwares. Definetely, the point cloud visualization and segmentation functions opportunity belong to the section plane identified in relation to the variety of the planes parallel to it, shich guarantee the possibility of investigating the three-dimensional model as a whole with the consequent reduction of the time in order to undestand and represent the geometries. The use of three-dimensional survey database viewers available in open format is contextually	useful in a previous phase of model segmentation (Shackles, 2017), currently defined by choices and operations performed by the operator, in order to extract portions from the overall model of data, with reference to the same system of georeferenced coordinates, within complex point cloud models characterized by a high number of coordinates. Moreover, the purposes of the survey and representation phases are still relevant as well as, the requests and needs of the client in order to define data extraction and processing protocol with reference to each case study.	Currently, it is still frequent, particularly in the presence of a public client, the request for two-dimensional drawings of the state-of-the-art as well as as-built BIM models, which are increasingly required independently of the binding thresholds of the work amount provided by the lasw. Similarly, such a framework of needs induces the operators of the supply chain to the parallel elaboration of the two-dimensional and three-dimensional models, according to changing criteria according to the purpose of the survey suc as: - elevation portions in CAD	environment; - structural units in a BIM environment in the case of surveys aimed at, for example, investigating seismic vulnerability of the built environment. Definitly, the accuracy of the overall point cloud model is a direct consequence of the survey protocols adopted during the design and data acquisition phase and criteria such as: - the typological and geometric morphological characteristics of the buildings under study; - the presence of elements and characteristics of	historical and artistic interest and value; - detailed architectural scales; - the final size and hierarchy of the digital database for the purpose of its management and usability, also in relation to the expected skills of the end users involved; - level of detail of the BIM model.
--	--	---	---	---



Interrogazione di database tridimensionale del patrimonio costruito per lo studio tipologico delle strutture di copertura.

Inquiring three-dimensional database of built heritage for the typological study of the roof structures.

Tipologie di elementi costruttivi del patrimonio costruito esistente

Types of building elements of the existing built heritage

DIAPReM-TekneHub, Dipartimento di architettura, Università degli studi di Ferrara

DIAPReM, TekneHub, Department of Architecture, University of Ferrara



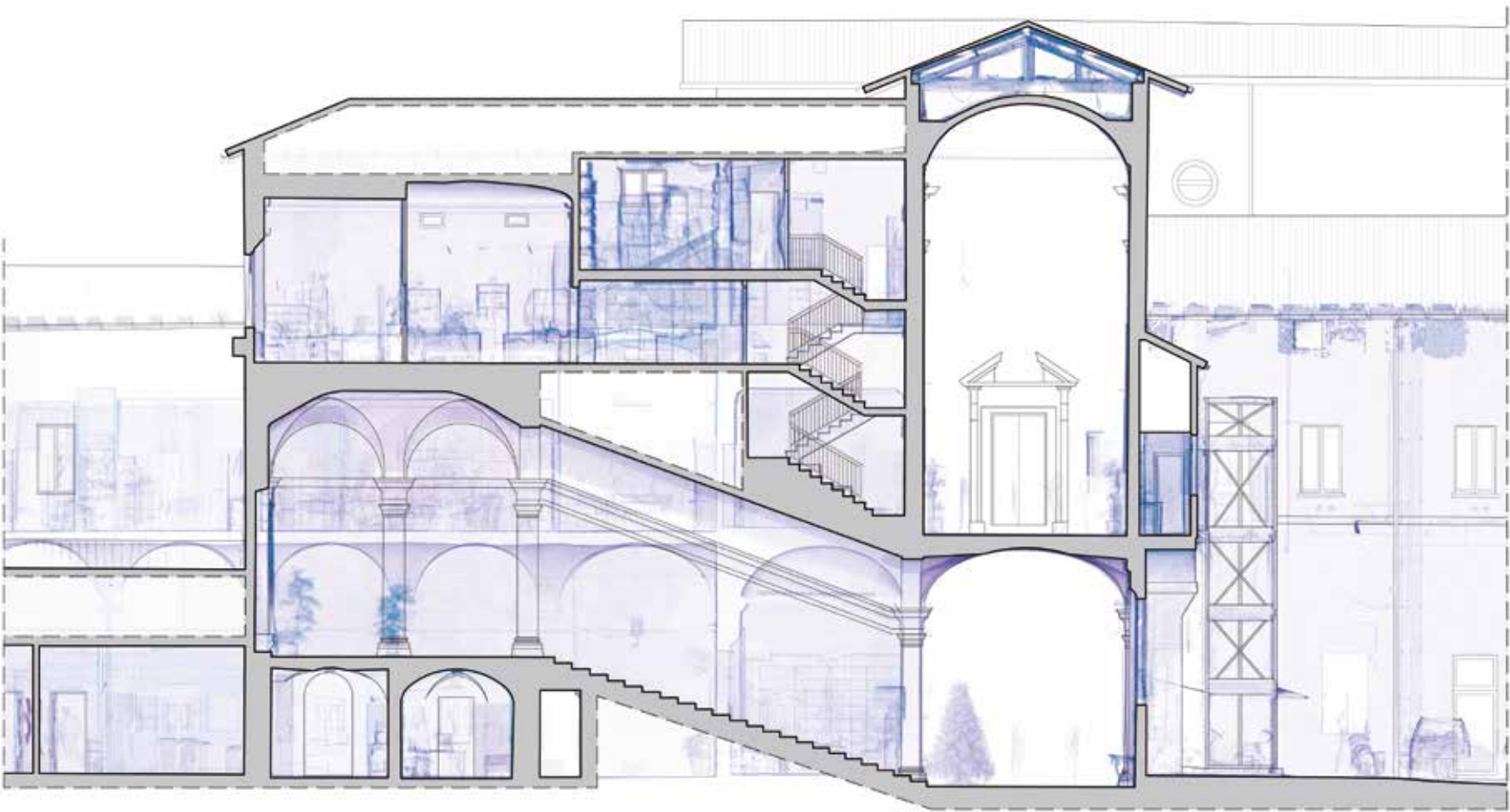
Estrazioni e elaborazioni di database di rilievo tridimensionale integrato del patrimonio costruito esistente. DIAPReM-TekneHub, Dipartimento di architettura, Università degli studi di Ferrara

Data processing of integrated 3D survey databases of existing built heritage. DIAPReM, TekneHub, Department of Architecture, University of Ferrara

Within the described scenario, it is therefore possible to identify two main directions of research, development and innovation of the supply chain. Horizontally and with reference to the entire supply chain (or value chain) the main challenge is the definition of operational protocols for the transfer of the "minimum" skills necessary for the use and implementation of information in a collaborative digital environment (Giordano, 2018). Vertically, the main issue is the relationship between the different and possible protocols

of digital modeling of complex geometries and the development of algorithms that support the operator, through the coordinated use of technological solutions, in the execution of repetitive tasks on which depends, to a large extent, the redundancy of information, the presence of errors and the poorly sustainable use of time and resources. As a consequence, they are finally the behaviors of the operators and end users to determine the more effective operating criteria from time to time. With reference to the case studies mentioned the

definition of the criteria for BIM modeling has taken into account:
- the presence of a public client with poor competences in terms of management of BIM models of complex geometries (Giannattasio, 2019);
- minimum deformation values of the vertical and horizontal elevation structures not exceeding 2 cm;
- usability of information in terms of operators' skills to implement the overall information model over time. As a result, the choice often involves the modelling of "Metric Generic Model



(modellazione parametrica, modellazione per superfici, *mesh*, o per curve geometriche, NURBS, per la definizione di forme libere e a doppia curvatura tipiche degli elementi costruttivi del patrimonio costruito) (Paris, 2016);

- le competenze dell'operatore relative all'individuazione dei parametri e delle relazioni tra essi per la definizione di geometrie parametriche;
- l'applicazione di eventuali protocolli di automazione per la modellazione di famiglie tipo e per la gestione dei criteri/fattori di variazione della forma all'interno delle tipologie di elementi costruttivi individuati (Apollonio, 2012);
- tempi e costi della modellazione;

Estrazioni e elaborazioni di database di rilievo tridimensionale integrato del patrimonio costruito esistente. DIAPReM-TekneHub, Dipartimento di architettura, Università degli studi di Ferrara

Data processing of integrated 3D survey databases of existing built heritage. DIAPReM, TekneHub, Department of Architecture, University of Ferrara

- competenze dell'utenza o dell'utilizzatore finale dell'informazione in termini di capacità di interrogazione e implementazione dei modelli nel tempo.

Nell'ambito dello scenario descritto è possibile pertanto individuare due direzioni prevalenti di ricerca, sviluppo e innovazione della filiera.

Orizzontalmente e con riferimento all'intera filiera (o catena del valore) è la definizione di protocolli operativi per il trasferimento delle competenze minime necessarie all'utilizzo e implementazione delle informazioni in ambiente digitale collaborativo a costituire l'ambito di maggiore sperimentazione dei diversi attori coinvolti (Giordano, 2018).

Adaptive" for complex geometries such as, for example, the vaults whose model can be based on the development of a four-point support frame that allows the different types of vaults to be shaped, updating the reference parameters: cross, barrel, pavilion or dome vaults. Complex geometries modelling is closely linked, according to the described criteria and without using automatic generation procedures of shaping the building elements such as Dynamo, both to the morphological characteristics of the building under examination and to the overall

skills of the working group. The objective of simplifying the workflow has therefore been pursued starting from evidence such as:

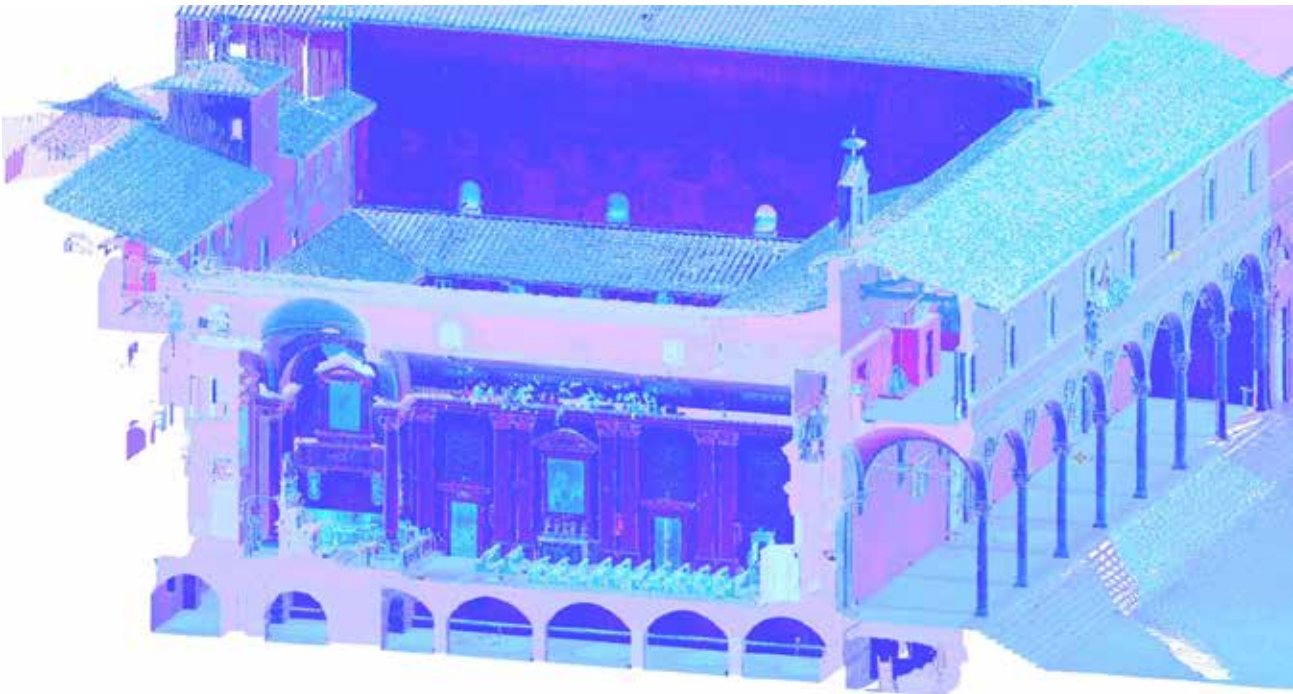
- the number of typology of complex geometries, rather than variants of the same type, which would have required the elaboration of a script for the model of each type identified, which is a timeconsuming procedure;
- the increasing complexity of the information management system is related to ability to make modeling procedure, such as automatic procedures, effective. Similarly, the modelling of elements such

as roofing and wooden floors, whose parametricfamilies are developed alternately by type of trusses or single beam modelling, for larger spans, as extrusion of single profiles subsequently characterised in parametric terms. The development of automatic procedures for the modelling of portions of such kind of elements of the built heritage, such as stairs, is as complex as mentioned above due to the specific characteristics of the site.

Limitations and opportunities

The definition of protocols for the digital representation of the built heritage is an area of growing interest and innovation for the variety of the actors involved in the value chain. While the use of computer aided design is still widespread, particularly with reference to the public clients, there is an increase interest in the application of Building Information Modeling tools and methods to the management of existing buildings projects. Modifying the approach

to the understanding of the built environment, as a consequence of the application of parametric modelling and design, seems to give back to the disciplines of representation the central role of tools for understanding the project, (Di Luggo, 2018), no longer through the representation of graphic primitives but through the modelling of systems and components and the attribution of specific parameters of each geometry. Due to the complexity of the geometries of built architecture, however, many areas of research and



Verticalmente è oggetto di crescente interesse, sia da parte dei ricercatori sia delle imprese, il rapporto tra i diversi e possibili protocolli di modellazione digitale di geometrie complesse e lo sviluppo di algoritmi che supportino l'operatore, attraverso l'impiego coordinato di soluzioni tecnologiche, nell'esecuzione di azioni ripetitive dalle quali dipende, in gran parte, la ridondanza dell'informazione, la presenza di errori e l'uso scarsamente sostenibile di tempi e risorse.

In tal senso sono infine i comportamenti degli operatori e utilizzatori finali a determinare i criteri operativi di volta in volta ritenuti ottimali.

Con riferimento ai casi di patrimonio costruito sviluppati, la definizione dei criteri per la

Rilievo digitale integrato de l'Ospedale degli Innocenti, Firenze; differenti modalità di visualizzazione, estrazione e interrogazione del database tridimensionale. DIAPReM, Dipartimento di architettura, Università degli studi di Ferrara

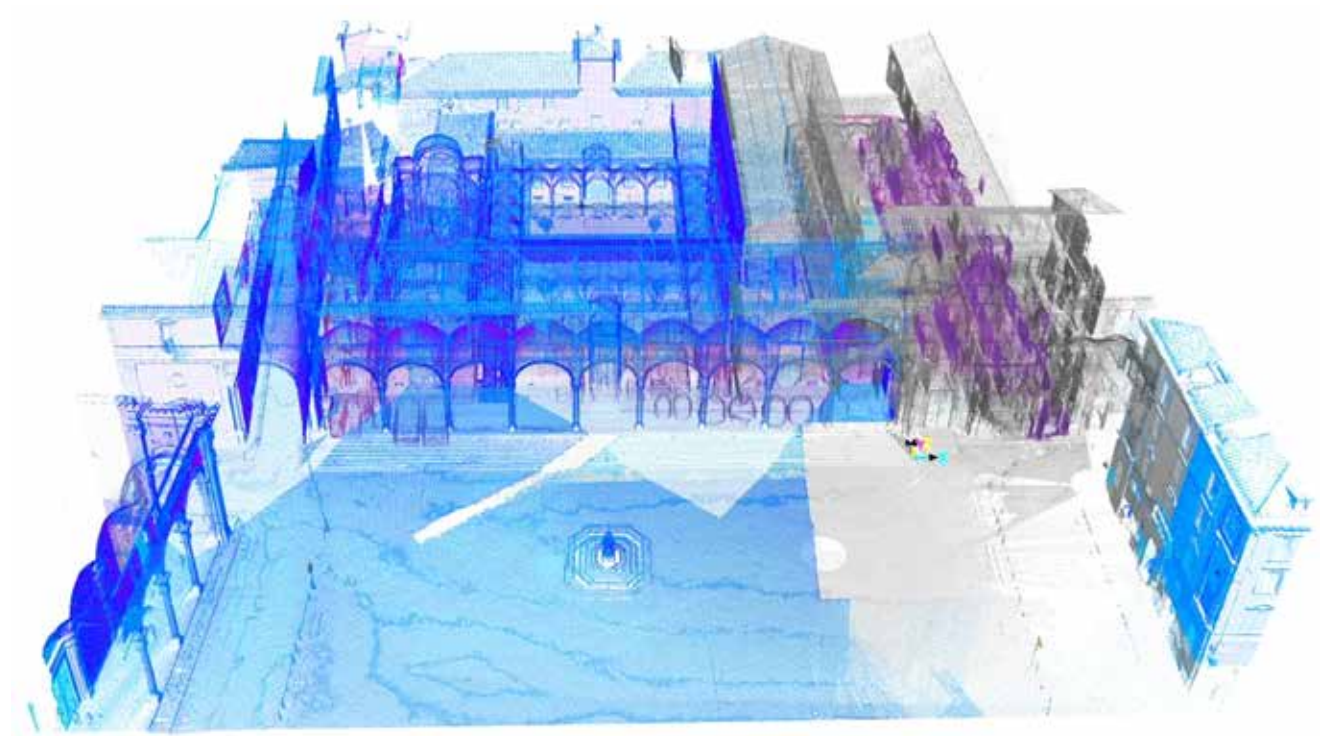
3D integrated digital survey of Ospedale degli Innocenti, Firenze; inquiring methods for data visualization, analysis and processing. DIAPReM, Department of Architecture, University of Ferrara

modellazione ha tenuto conto di:

- la presenza di una committenza pubblica con competenze specifiche di gestione di modelli BIM di geometrie complesse scarsamente diffuse e ancora non sufficientemente estese a tutti gli operatori (Giannattasio, 2019);
- valori minimi di deformazione delle strutture di elevazione verticale e orizzontale non superiori a 2 cm;
- possibilità da parte di operatori non esperti di implementare nel tempo il modello informativo complessivo.

Conseguentemente, e in relazione agli esiti del necessario confronto con strutturisti e impiantisti coinvolti, ne deriva frequentemente la scelta di sviluppare "famiglie generiche metriche adattive" specifiche per geometrie complesse quali, ad esempio, le volte per le quali la modellazione può basarsi sullo sviluppo di un telaio a quattro punti di appoggio che consente di modellare, aggiornando i parametri di riferimento, le diverse tipologie di volte: a crociera, a botte, a padiglione o a cupola.

La scelta di gestire la modellazione di geometrie complesse secondo i criteri descritti, non utilizzando script per la generazione automatica degli elementi costruttivi quali Dynamo, è strettamente legata tanto alle caratteristiche morfologiche del costruito in esame quanto alle competenze complessive del



gruppo di lavoro. L'obiettivo di semplificare il flusso di lavoro è stato pertanto perseguito a partire da evidenze quali:

- in presenza di un'elevata numerosità tipologica di geometrie complesse, piuttosto che di varianti della medesima tipologia, l'utilizzo di procedure di automazione avrebbe richiesto l'elaborazione di uno script per la modellazione di ciascun tipo individuato, richiedendo un ingente impiego di tempo e risorse;
- poiché le competenze necessarie all'utilizzo di applicativi di automazione quali Dynamo non sono possedute da tutti i membri del gruppo di lavoro il loro utilizzo comporta un aumento della complessità di gestione dell'informazione in fasi successive di implementazione del modello.

Analoghe considerazioni e scelte sono di conseguenza determinanti per la modellazione di elementi quali i solai di copertura e lignei per i quali sono state sviluppate alternativamente famiglie per tipologia di capriate o modellazioni di singole travi, per le luci di maggiore dimensione, come estrusione di singoli profili caratterizzati poi successivamente in termini parametrici.

Altrettanto complesso è lo sviluppo di procedure automatiche, in ambiente BIM, per la modellazione di porzioni del costruito esistente quali le strutture di collegamento verticale che possiedono, pur essendo elementi funzionali ricorrenti, caratteristiche

Rilievo digitale integrato de
l'Ospedale degli Innocenti,
Firenze; differenti modalità di
visualizzazione, estrazione e
interrogazione del database
tridimensionale. DIAPReM,
Dipartimento di architettura,
Università degli studi di Ferrara

3D integrated digital survey
of Ospedale degli Innocenti,
Firenze; inquiring methods
for data visualization, analysis
and processing. DIAPReM,
Department of Architecture,
University of Ferrara

specifiche legate al singolo sito. Frequentemente è infatti in corrispondenza dei vani di collegamento verticale che le geometrie non regolari dei lotti del costruito storico sono risolte con accorgimenti costruttivi diversi caso per caso e tali da richiedere la modellazione come "componenti locali" ovvero come singole geometrie estruse.

Opportunità e limiti

La definizione di protocolli di rappresentazione digitale del costruito esistente rappresenta un ambito di crescente interesse e innovazione da parte degli attori della filiera. Mentre resta ancora assai diffuso l'utilizzo di programmi di disegno assistito, in particolare in presenza di una committenza pubblica, si assiste a un incremento nell'applicazione degli strumenti e metodi propri del *Building Information Modeling* alla gestione dell'intervento sul costruito esistente. Il cambiamento di approccio alla comprensione del costruito imposto dalla modellazione parametrica sembra restituire da un lato alle discipline della rappresentazione il ruolo centrale di strumenti di comprensione del progetto del quale si indagano i presupposti e gli esisti costruttivi (Di Luggo, 2018), non più attraverso la rappresentazione di primitive grafiche bensì mediante la modellazione di sistemi e componenti e l'attribuzione di parametri specifici di ciascuna geometria.

In ragione della complessità delle geometrie costruttive dell'architettura costruita restano tuttavia ancora aperti molti ambiti di ricerca e sperimentazione. L'individuazione dei protocolli di modellazione di geometrie complesse in ambiente BIM più efficaci è un ambito di crescente dibattito e non trova risposta, per ora, nelle funzionalità dei comuni programmi di *authoring*.

I limiti alla ampia diffusione delle sperimentazioni già avviate o in corso sono rintracciabili in particolare nelle competenze richieste, sempre più specialistiche, per la verifica di affidabilità del dato di rilievo da tecnologia laser scanner terrestre da un lato e per la modellazione in ambiente BIM di forme libere e geometrie non euclidee, tipiche del patrimonio costruito esistente, che costituiscono conseguentemente un ambito di ricerca e sviluppo per la definizione di algoritmi e procedure di automazione.

Bibliografia

Apollonio, F. I. e Gaiani, M. e sun, Z. (2012). "BIM-based modeling and data enrichment of classical architectural buildings" in SCIRES-IT, *SCientific REsearch and Information Technology Ricerca Scientifica e Tecnologie dell'Informazione*, Vol 2, Issue 2 (2012), pp. 41-62.

Balzani, M. (2016). "Il rilievo tridimensionale dell'Istituto degli Innocenti" in Mulazzani, M. *L'Ospedale degli Innocenti di Firenze: la fabbrica brunelleschiana, gli Innocenti dal Quattrocento al Novecento, il nuovo museo: il progetto di recupero e l'allestimento di Ipostudio*, Electa, 2016, pp. 63-69.

Di Luggo, A. e Scandurra, S. e Pulcrano, M. e Siconolfi, M. Monaco, S. (2018). Sistemi voltati nei processi cloud to BIM in *3D modeling & BIM*. Nuove frontiere, DEI, Tipografia del Genio Civile, 2018, pp. 162-176.

Giannattasio, C. e Papa, L. M. e D'Agostino, P. (2019). "BIM-oriented algorithmic reconstruction of building components for existing heritage" in *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Volume XLII-2/W15, 2019 27th CIPA International Symposium "Documenting the past for a better future", 1-5 September 2019, Ávila, Spain, pp. 513-518

Giordano, A. e Bernardello, R. e Borin, P. e Friso, I. e Monteleone, C. e Panarotto, F. (2018). "Le opportunità fornite dai nuovi strumenti digitali. Narrare le città e i suoi cambiamenti attraverso la rappresentazione BIM-CAD" in *Paesaggio Urbano* 4-2018, Maggioli, Rimini, pp. 51-73

Grilli, E. e Menna, F. e Remondino, F. (2017). "A review of point clouds segmentation and classification algorithms" in *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Volume XLII-2/W3, 2017 3D Virtual Reconstruction and Visualization of Complex Architectures, 1-3 March 2017, Nafplio, Greece, pp. 339-344

Murphy, M., McGovern, E., Et Pavia, S. (2009). *Historic building information modelling (HBIM)*. *Structural Survey*, 27(4), 311-327.

Paris, L. e Wabhben, (2016). "Rilievo e rappresentazione delle geometrie parametriche per l'HBIM", in Disegnarecon vol. 9-16/2016, *Le dimensioni del BIM*, 2016, pp. 1-9.

Spallone, R. e Piano, A. e Piano, S. (2016). "B.I.M. e beni architettonici: analisi e rappresentazione multiscalar e multidimensionale di un insediamento storico. Il caso studio di Montemagno, Borgo Nuovo piemontese", in Disegnarecon 16/2016, *Le dimensioni del BIM*, 2016, pp. 1-13.

Crediti

L'Ospedale degli Innocenti a Firenze. Una banca dati 3D per l'innovazione del progetto e la gestione del patrimonio architettonico monumentale

Centro DIAPReM, Dipartimento di Architettura, Università degli studi di Ferrara, e CFR, **Consorzio Futuro in Ricerca**
Responsabile Scientifico: Marcello Balzani
Rilievo 3D: Guido Galvani, Cristina Vanucci
Rilievo topografico: Guido Galvani
Elaborazione data base: Guido Galvani, Cristina Vanucci

Istituto degli Innocenti di Firenze
Direttore Generale: Anna Maria Bertazzoni
Direttore Area giuridico-amministrativa: Maria Luisa Guigli
Servizio Patrimonio: Marco Malena

Fabiana Raco

Architetto, PhD, assegnista di ricerca
DIAPReM/TekneHub, Dipartimento di Architettura
Università degli Studi di Ferrara
rcafbn@unife.it

Dario Rizzi

Architetto, borsista di ricerca
DIAPReM/TekneHub, Dipartimento di Architettura
Università degli Studi di Ferrara
rzzdra@unife.it

Gabriele Giau

Architetto, borsista di ricerca
DIAPReM/TekneHub, Dipartimento di Architettura
Università degli Studi di Ferrara
giagrl@unife.it

Guido Galvani

Architetto, assegnista di ricerca
DIAPReM/TekneHub, Dipartimento di Architettura
Università degli Studi di Ferrara
glvgdu@unife.it