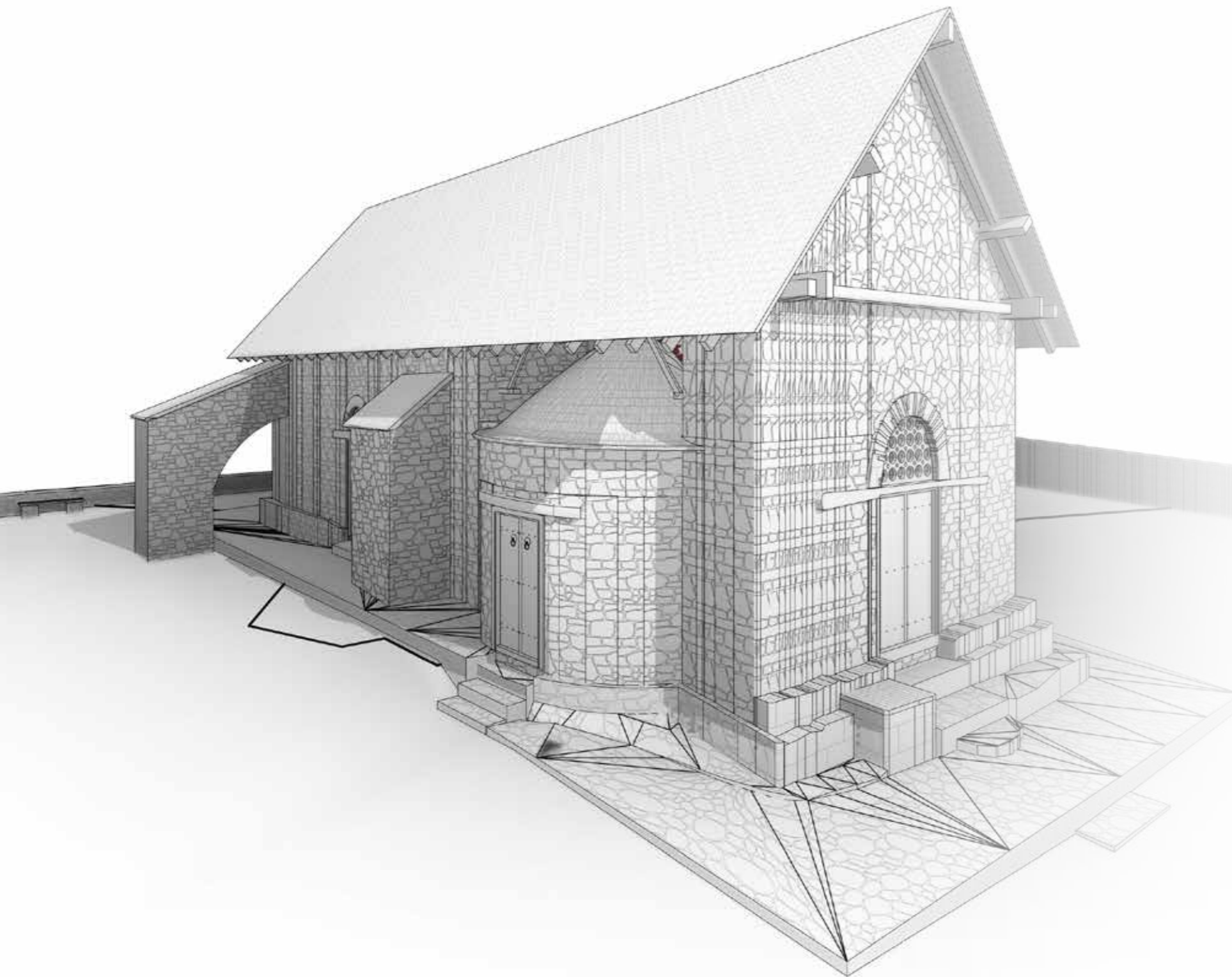


# Rilievo, documentazione, modellazione semantica. Nuovi approcci metodologici per il patrimonio culturale

Survey, documentation,  
semantic modelling. New  
methodological approaches for  
Cultural Heritage



Federica Maietti,  
Federico Ferrari

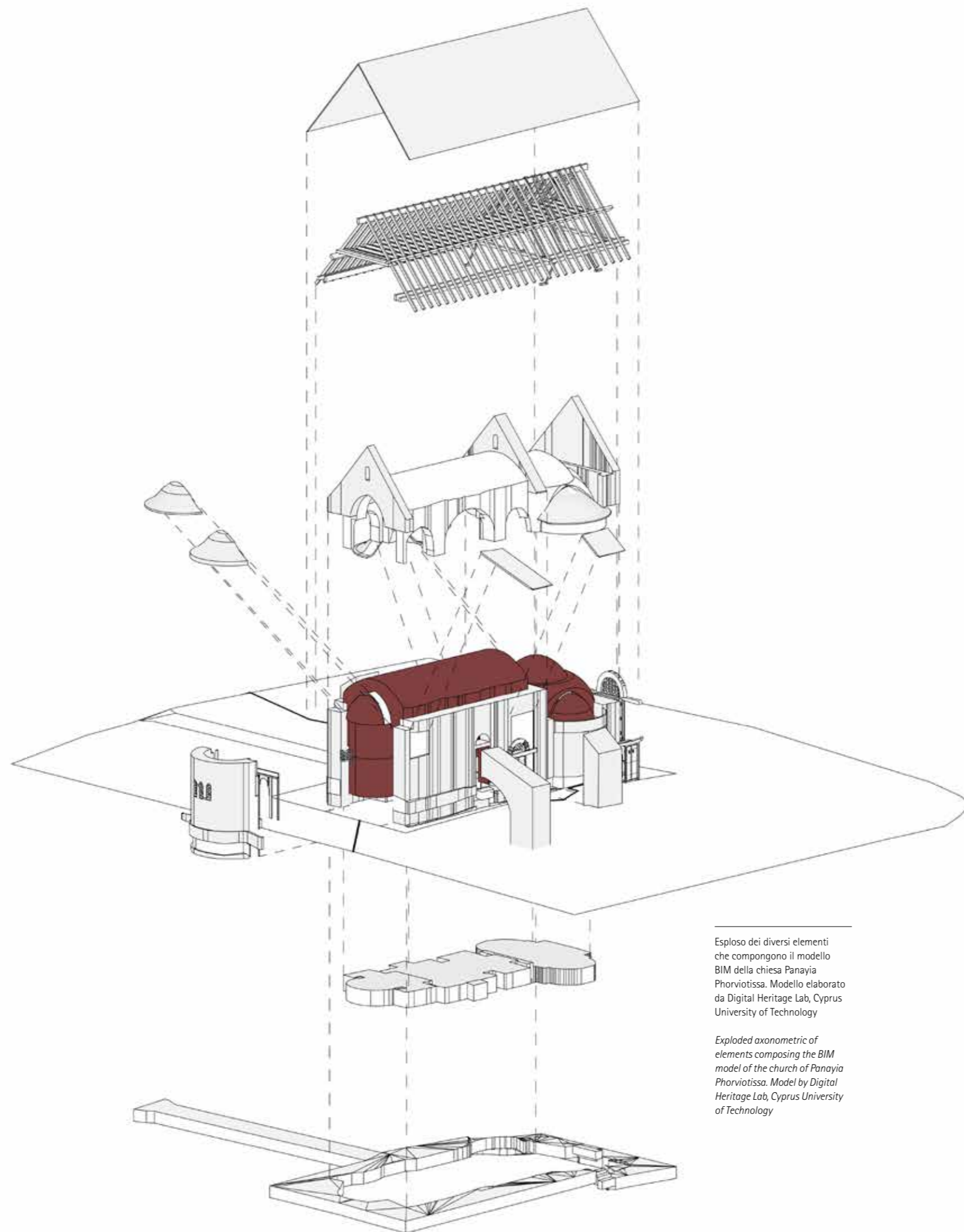
I nuovi utilizzi del dato digitale per una conoscenza interdisciplinare del patrimonio culturale sono una delle sfide attuali a livello europeo, verso una crescente inclusività e accessibilità dei dati.

*New applications of digital data for an interdisciplinary knowledge of cultural heritage are one of the current challenges at European level, towards increasing inclusiveness and accessibility*

Il crescente sviluppo di tecnologie laser scanner 3D per il rilievo del patrimonio culturale consente la creazione di database ad alta definizione basate su dati morfometrici tridimensionali sempre più dettagliati. Questi "archivi digitali" si configurano come strumenti di ricerca estremamente preziosi nel settore dei beni culturali: la "memoria geometrica" - costituita dall'insieme di dati metrici, morfologici e di caratterizzazione superficiale - è essenziale per la conoscenza, la conservazione e la valorizzazione del patrimonio culturale, nonostante esistano

Modello BIM della chiesa Panayia Phorviotissa a Nicosia, Cipro, uno dei casi studio elaborati nell'ambito del progetto INCEPTION. Modello elaborato da Digital Heritage Lab, Cyprus University of Technology

*BIM model of the church of Panayia Phorviotissa in Nicosia, Cyprus, one of the Demonstration Cases under development within INCEPTION. Model by Digital Heritage Lab, Cyprus University of Technology*



Esplso dei diversi elementi che compongono il modello BIM della chiesa Panayia Phorvotissa. Modello elaborato da Digital Heritage Lab, Cyprus University of Technology

Exploded axonometric of elements composing the BIM model of the church of Panayia Phorvotissa. Model by Digital Heritage Lab, Cyprus University of Technology

ancora alcuni limiti nello sfruttamento dei modelli 3D ottenuti da rilievo laser scanner. Modelli digitali non sfruttati appieno nei diversi livelli informativi che la strutturazione dei dati digitali consentirebbe e "non-interpretati" evidenziano la necessità di sviluppare metodi innovativi che potrebbero usufruire dal valore informativo fornito dalle tecnologie di rilievo più innovative e di nuove metodologie di rappresentazione e di estrazione, nonché dei nuovi strumenti per la gestione dei dati. L'elaborazione di modelli 3D ad alta definizione di architetture e contesti in condizioni particolari, come avviene nel campo dei beni culturali, può rivelarsi ancora onerosa in termini di tempi e costi, e genera grandi quantità di dati difficilmente elaborabili. Inoltre, il risultato delle ricostruzioni digitali è spesso restituito in formati non interoperabili e quindi difficilmente accessibile. Il progetto "INCEPTION - Inclusive Cultural Heritage in Europe through 3D semantic modelling", finanziato dalla Commissione Europea nell'ambito del programma Horizon 2020, propone un sostanziale avanzamento nelle procedure di rilievo laser scanner 3D e di modellazione, in particolare nel campo del patrimonio culturale, in cui architetture storiche, siti archeologici, complessi monumentali sono caratterizzati da geometrie non convenzionali e da specifiche caratteristiche che richiedono un approccio metodologico in cui il rilievo *no-contact* si integra con procedure di indagine diagnostica e si configura come Piattaforma integrata in cui far confluire quell'insieme di informazioni (storiche, documentali, metriche, morfologiche, materiche, conservative), punto di partenza per ogni azione volta alla conoscenza, valorizzazione, conservazione o restauro del patrimonio storico architettonico.

Lo sviluppo di metodologie innovative per la realizzazione di modelli 3D con un approccio inclusivo ai beni culturali; la possibilità di ottenere modelli interoperabili in grado di arricchire la conoscenza interdisciplinare dell'identità culturale europea da parte di studiosi, ricercatori e non esperti; lo sviluppo di una piattaforma open standard per "contenere", implementare e condividere i modelli digitali, sono alcuni degli obiettivi principali del progetto europeo INCEPTION.

Il progetto, avviato nel giugno 2015, è stato finanziato nell'ambito del Work Programme *Europe in a changing world - Inclusive, Innovative and Reflective Societies* (Call - Reflective Societies: Cultural Heritage and European Identities, Reflective-7-2014, *Advanced 3D modelling for accessing and understanding European cultural assets*).

Il progetto, al suo quarto anno di sviluppo, vede la partecipazione di un Consorzio di quattordici partner<sup>1</sup> provenienti da dieci paesi europei guidato dal Dipartimento di Architettura dell'Università degli Studi di Ferrara.

Il gruppo di ricerca include in modo ampio e allargato le diverse declinazioni di identità e diversità del patrimonio culturale, valorizzando i sistemi di documentazione in grado di preservare memoria e identità del patrimonio culturale e concretizzando uno dei principali obiettivi che la Commissione Europea ha lanciato con il Programma Horizon 2020, che per la prima volta include il tema del Cultural Heritage: contribuire ad una più approfondita consapevolezza e comprensione del tessuto culturale europeo come ispirazione per affrontare le sfide contemporanee, accrescendo la conoscenza del

The optimisation of innovative methodological approaches in acquisition processes of metric, morphologic and diagnostic data, aimed at the three-dimensional modelling of cultural heritage is a significant outer reach towards an ever more inclusive and widespread knowledge of the European Cultural Heritage. The new applications of digital data acquired through three-dimensional survey technologies, for interdisciplinary knowledge of cultural heritage, are one of the current challenges at European level, towards an increasingly inclusiveness

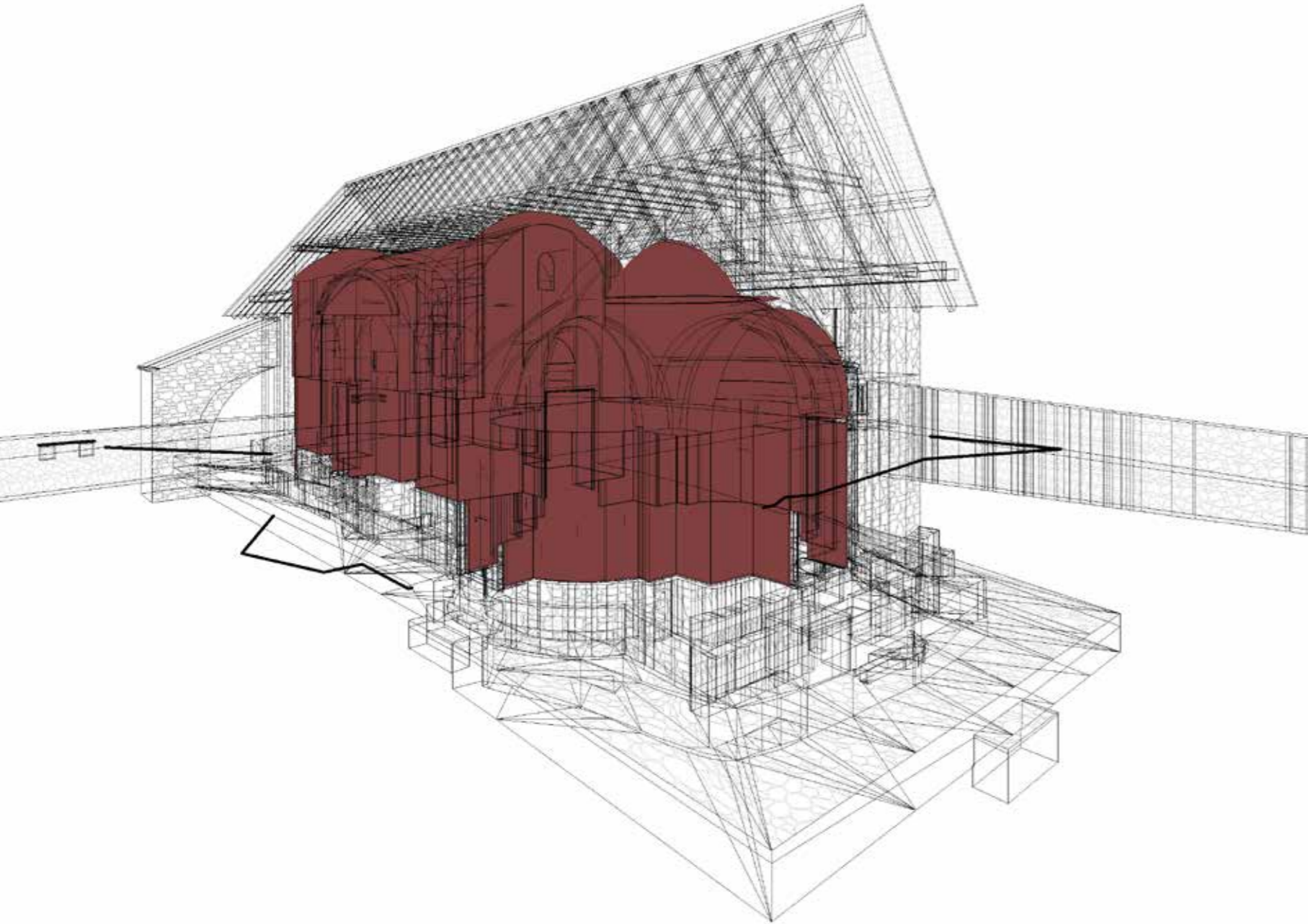
and accessibility of three-dimensional digital data. New advancement in documentation, survey and representation are leading to new opportunities of data sharing and use, starting from the point cloud, to new approaches to BIM-Heritage. From data acquisition to inter-operable digital models, for knowledge, enhancement and conservation of architectural heritage, up to the elaboration of output data in BIM (Building Information Modeling) environment. The project "INCEPTION - Inclusive Cultural Heritage in Europe through 3D semantic model", applied for the Work

Programme *Europe in a changing world - inclusive, innovative and reflective Societies* (Call - Reflective Societies: Cultural Heritage and European Identities, Reflective-7-2014, *Advanced 3D modelling for accessing and understanding European cultural assets*) has been selected to be funded by the European Commission in 2015. The project, developed by a consortium of fourteen partners from ten European countries led by the Department of Architecture of the University of Ferrara, is a four years Research and Innovation Action started

in 2015, and it is now approaching the final steps. Among the main innovations proposed by the project: innovative technologies for creating 3D models with an inclusive approach to Cultural Heritage; the possibility to achieve interoperable models able to enrich the interdisciplinary knowledge of European cultural identity by scholars, researchers and non-expert; the development of an open standard platform to "contain", implement and share the digital models. The research team includes in a broad way the different aspects of identity and diversity of cultural heritage,

enhancing the documentation systems able to preserve the memory and identity of the cultural heritage and putting into effect one of the main challenges that the European Commission has launched by the program Horizon 2020 and in particular in the Societal Challenge 6 - Work Programme 2014-2015, which for the first time includes Cultural Heritage assets: to contribute to a deeper awareness and understanding of European cultural heritage as inspiration for addressing contemporary challenges, increasing the knowledge of heritage and its different identities. To this purpose,





Visualizzazione nel modello BIM della superficie interna decorata della chiesa Panayia Phorviotissa

BIM model visualization of the interior frescos of the church of Panayia Phorviotissa

patrimonio e delle sue diverse identità. A tal fine, le nuove tecnologie e i processi di digitalizzazione giocano un ruolo chiave poiché consentono nuove e arricchite interpretazioni del nostro patrimonio culturale comune, contribuendo al contempo a una crescita economica sostenibile.

Il progetto affronta diversi campi specifici di interesse dei Beni Culturali, dalla documentazione e indagini diagnostiche del patrimonio alle strategie

new technologies and digitization processes play a key role since they allow new and enhanced interpretations of our collective cultural heritage, while contributing to sustainable economic growth. The INCEPTION project, starting from the need to achieve a higher interoperability of digital models, is focused on BIM (Building Information Modeling) and in particular H-BIM (Heritage or Historic Building Information Modeling), parametric environments for the development of the Platform, the main result of the project which sets up the holistic

documentation procedure and the optimization of data acquisition developed by INCEPTION. The overall workflow of the project starts from the specific needs of different categories of users (which data must be acquired, which visualization and management issues must be faced to the 3D model according to specific needs), the integrated survey and a holistic documentation of the heritage that allows the semantic enrichment of the models in the BIM environment, up to the implementation and enhancement of the models through the

INCEPTION platform. The formats accessible to users are openBIM and texturized models (Collada files). 3D models are based on open standards in the BIM, GIS, Semantic Web and point cloud sectors (including IFC - ifcOWL, gbXML, CityGML, E57, etc.).

This INCEPTION research project has received funding from the European Commission's H2020 Framework Programme for research and innovation under Grant Agreement no 665220.



Visualizzazione degli affreschi che costituiscono la decorazione interna della chiesa Panayia Phorviotissa

Interior frescos of the church of Panayia Phorviotissa in Cyprus

di salvaguardia, gestione e valorizzazione, fino alle tecnologie di acquisizione 3D, allo sviluppo di hardware, software e di piattaforme digitali finalizzate alla rappresentazione e disseminazione del patrimonio culturale, attraverso processi propri dell'ICT, all'analisi delle informazioni semantiche per un più ampio e approfondito utilizzo dei modelli digitali.

Gli applicativi CAD, CAM, CAE, BIM, ecc. sono diventati elementi strutturati all'interno delle maggiori filiere produttive e di riferimento quali la meccanica, il settore delle costruzioni nonché il settore manifatturiero. Il settore rappresentato dall'area del disegno e della rappresentazione non ha avuto un ruolo marginale nella crescita tecnologica, specialmente in alcuni ambiti dove l'impronta ICT è di forte matrice settoriale come quella della valorizzazione e tutela del patrimonio culturale. Gli ultimi dieci anni hanno visto un esponenziale sviluppo nell'elaborazione di diversi applicativi software per la modellazione tridimensionale, producendo di contro molteplici tipologie di file, con estensioni diverse e diverse strutturazioni di dati e metadati all'interno degli stessi, spesso con tempi di obsolescenza molto veloci.

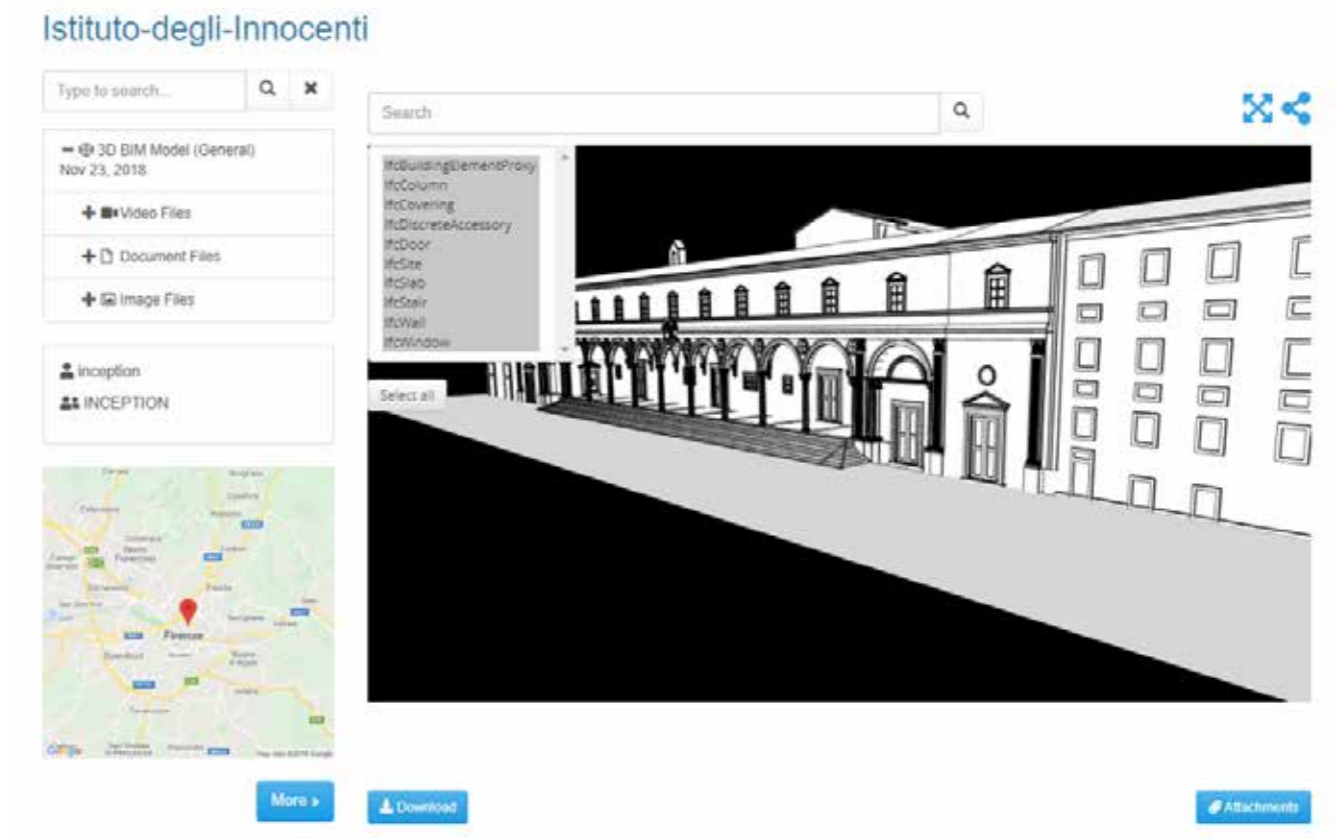
Il progetto INCEPTION, partendo proprio dall'esigenza di raggiungere un più elevato grado di interoperabilità dei modelli digitali, trova nei sistemi BIM (Building Information Modeling) e in particolare H-BIM (Heritage or Historic Building Information Modeling) il terreno di sviluppo della Piattaforma, principale risultato del progetto che mette a sistema la procedura di documentazione olistica e di ottimizzazione dell'acquisizione dati messi a punto da INCEPTION.

Il workflow complessivo del progetto parte dalle specifiche esigenze di diverse categorie di utenti (quali dati devono essere acquisiti, quali modalità di visualizzazione e gestione dei dati devono essere correlate al modello 3D in base a specifiche necessità), dal rilievo integrato e da una documentazione olistica del patrimonio che consenta l'arricchimento semantico dei modelli in ambiente BIM, fino alla implementazione e valorizzazione dei modelli attraverso la piattaforma INCEPTION. I formati accessibili da parte degli utenti sono formati openBIM e modelli texturizzati (file Collada). I modelli 3D si basano su open standard nei settori BIM, GIS, Semantic Web e point cloud (inclusi IFC - ifcOWL, gbXML, CityGML, E57, ecc.).

I prodotti software BIM-based permettono la gestione e l'integrazione di dati e workflow, connessi da sempre a diverse figure professionali che concorrono alla redazione dello stesso modello, permettendo il massimo controllo e flessibilità di utilizzo. La capacità di comprendere questo approccio di metodo e di processo può essere considerato uno dei presupposti al cambiamento metodologico operato dai sistemi BIM e perfettamente coerente con la mission del progetto.

Gli scanner tridimensionali (laser, ottici, ecc.) rappresentano una tecnologia di acquisizione di dati metrici e morfologici utilizzata in molteplici settori: architettonico, cantieristico, infrastrutturale e, in modo sempre crescente, nel settore della documentazione, conservazione, valorizzazione e restauro dei beni culturali. Ad oggi le geometrie che strutturano i sistemi BIM e le point clouds (generate dai sistemi di acquisizione tridimensionale) sono strutturalmente diversi. I BIM si basano sulla





**Istituto-degli-Innocenti**  
 The Istituto degli Innocenti is a XV century Renaissance building built by Brunelleschi. It was originally a children's orphanage and during the first half of the fifteenth century, it was the first institution in the known world devoted exclusively to child care. Considered over the centuries as a universal model for the reception and care of children, the Institute has now become a public company providing services for people (law n. 43/2004, Region of Tuscany) which continues its historical mission without interruption. Today the Institute's activities include establishing and testing educational and social services, studying the condition of children and promoting children's rights and culture. The facade is made up of nine semicircular arches springing from columns of the Composite order. In the spandrels of the arches there are glazed blue terracotta roundels with reliefs of babies designed by Andrea della Robbia suggesting the function of...

informatica (web 2.0, Apps per Smartphone e Tablet, ecc.) possono generare contenuti all'interno dei *new media* dove la rappresentazione "virtualizzata" risulta essere una delle principali chiavi di sviluppo, creativo ed economico, del prossimo futuro.

Il settore culturale, infatti, mantiene e manterrà una straordinaria capacità di produrre valore economico e occupazionale, anche in relazione ai programmi di sviluppo Europei.

In questa fase di rivoluzione digitale, la rappresentazione apre possibilità inesplorate che modificherebbero aspetti della vita quotidiana non soltanto in termini di tecnologia, ma soprattutto nei modi d'uso della tecnologia stessa<sup>3</sup> e nella fruizione del patrimonio.

La piattaforma INCEPTION non rappresenta un semplice *repository* strutturato di dati BIM-based interoperabili, ma una vera risorsa per la valorizzazione del settore dei beni culturali, per la conoscenza, l'inclusività e l'attivazione di possibili modelli di business a supporto del settore.

Screenshot della piattaforma INCEPTION, attualmente in corso di elaborazione. Vista del modello BIM dell'Istituto degli Innocenti di Firenze

Screenshot of the INCEPTION Platform, currently under development. View of the BIM model of the Istituto degli Innocenti in Florence

«Produrre valore economico senza generare allo stesso tempo contenuti significativi è oggi, molto semplicemente, una contraddizione»<sup>4</sup>; l'utilizzo e la popolazione della piattaforma INCEPTION permetterebbe agli utenti di produrre sempre più contenuti, riducendo costi e sprechi nella "rimodellazione" continua degli stessi oggetti.

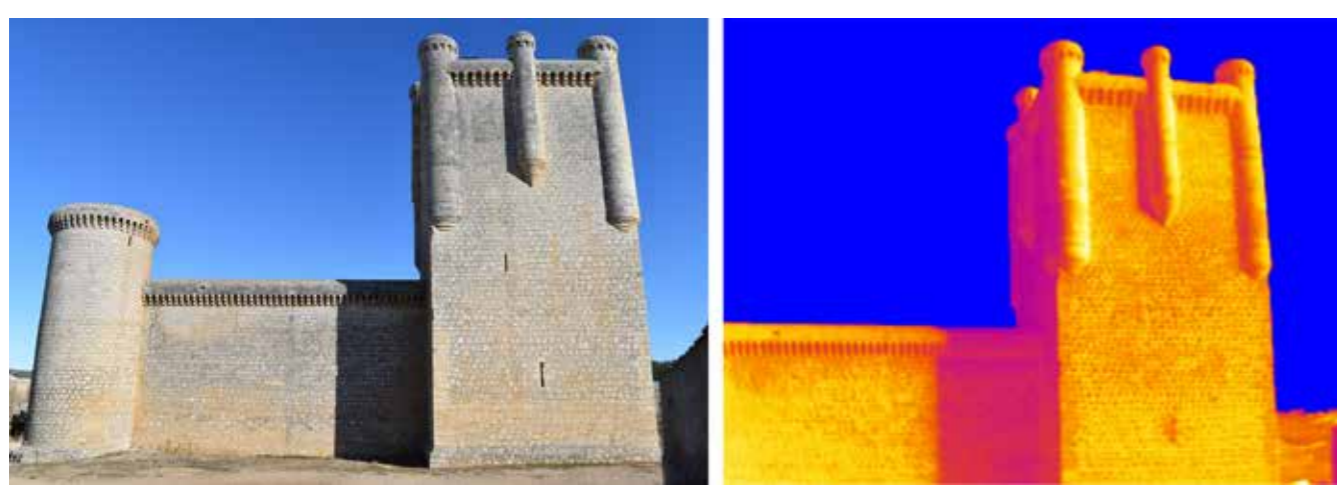
È facile immaginare come uno dei principali driver della piattaforma possa essere in prima battuta il settore AEC (Architecture, Engineering & Construction) favorendo lo sviluppo economico delle industrie culturali e creative.

Già nell'Agenda Digitale europea per la Cultura del 2010<sup>5</sup> viene pubblicato il Libro Verde "Le industrie culturali e creative, un potenziale da sfruttare" che cita: «Per "industrie culturali" si intendono quelle che producono e distribuiscono beni o servizi che, quando vengono concepite, sono considerate possedere un carattere, un uso o uno scopo specifici che incorporano o trasmettono espressioni culturali, quale che sia il loro valore commerciale.



Modello testurizzato del Castello di Torrelobatón, Valladolid, Spagna, uno dei casi studio in elaborazione nell'ambito del progetto INCEPTION

Textured model of the Castle of Torrelobatón in Valladolid, Spain, one of the Demonstration Cases under development within INCEPTION



Confronto tra l'immagine nel visibile e l'immagine termografica di una delle superfici del Castello di Torrelobatón

Comparison between the photograph and the thermographic image of one of the Torrelobatón Castle surfaces

descrizione della geometria partendo da un numero di parametri definiti o definibili (questo nei sistemi più complessi, migrati spesso dai sistemi CAD meccanici), mentre le nuvole di punti non sono altro che milioni di coordinate geometriche ovvero "punti" nello spazio. Sebbene il peso informatico di tali dati rilevati possa rappresentare un ostacolo, divengono essi stessi la forza del sistema: numerosi dettagli, al servizio delle diverse competenze, svincolando dalla continua interazione fisica in situ con il bene architettonico.

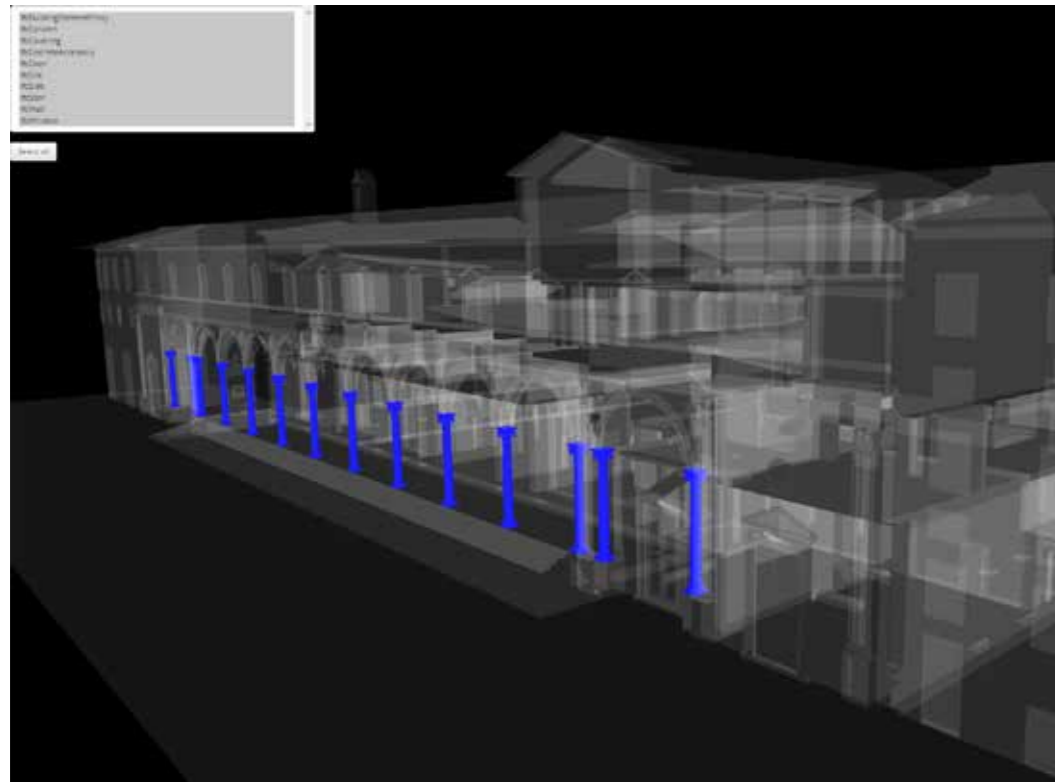
I sistemi BIM utilizzano un motore informatico moderno, complesso e strutturato che permette di andare ben oltre la geometria stessa (si pensi all'utilizzo della semantica per la descrizione/interrogazione dei modelli, la possibilità di attribuire alla geometria caratteristiche di peso, comportamento strutturale, caratteristiche termiche, computo, degrado, stato conservativo, caratteristiche di superficie, ecc.). I modelli BIM non sono solo rappresentazioni, ma sono "realtà virtualizzate" con

una capacità intrinseca di interrogazione e analisi progettuale, conservativa, divulgativa, materica, numerica, tutte caratteristiche che vanno ben oltre la visualizzazione.

Il progetto affronta il problema dello scambio interattivo bidirezionale dei modelli per una continua crescita del capitale informativo e informatizzato sull'opera attraverso la piattaforma INCEPTION. La digitalizzazione rappresenta, oggi, una delle modalità di trasmissione del patrimonio architettonico alle future generazioni. Diviene necessario considerare che l'applicazione del BIM (non solo a scopo progettuale) può garantire, fra le numerose possibilità, anche l'estrazione di sistemi di rappresentazione tridimensionale volti alla valorizzazione dei luoghi oggetto di interesse. A tal proposito Pier Luigi Sacco<sup>2</sup> propone un parallelismo tra cultura e creatività e ricerca di base e applicata, per identificare il grande valore prospettico, dal punto di vista economico, del settore culturale.

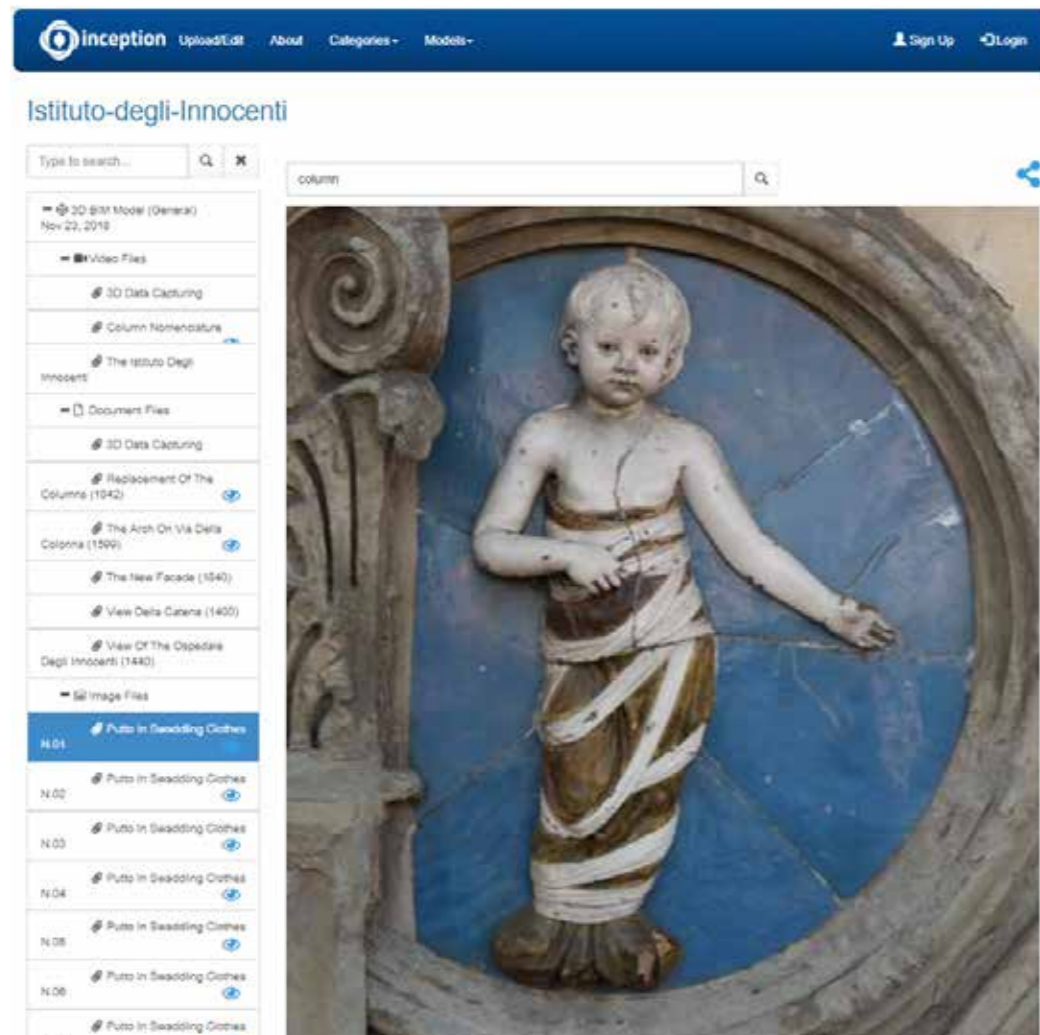
Le "contaminazioni" con la programmazione





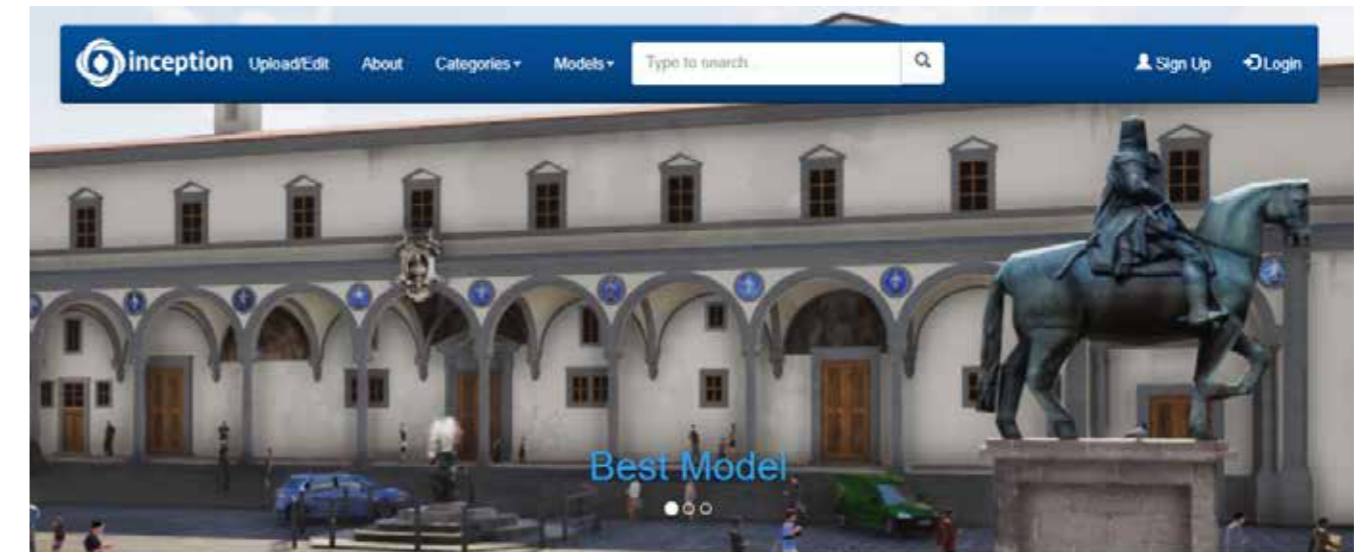
Nella piattaforma INCEPTION è possibile ricercare uno specifico elemento architettonico e visualizzarlo nel modello

*Within the INCEPTION Platform it is possible to search a specific architectural element to be visualized in the model*



A specifici elementi del modello possono essere collegati dati e informazioni di vario tipo, come la documentazione fotografica

*Different data and information – such as photographic documentation – can be linked to specific elements of the model*



## Categories



### Museums

Working on semantic enrichment of 3D models, the connection of artefacts to the architecture (the contents to the "container") is an additional feature faced by INCEPTION. In Museums' 3D models, artworks are connected to the architectural space in a narrative and immersive experience, digitally connecting different layers of knowledge.



### Archaeological sites

Unconventional features, locations and geometries of archaeological sites are faced within INCEPTION thanks to the Data Acquisition Protocol, avoiding the "segmentation" of data acquired and facilitating data access and use through an inclusive approach, allowing digital reconstructions, analysis and diagnostic and material assessment.



### Historical sites

The overall approach to the survey and modelling of complex heritage sites under INCEPTION is the opportunity to explore and improve the multi-layered conceptual dimension of European heritage, by analyzing heritage assets in association with built and social environments. 3D models of Historical sites allow different kind of analysis and integrated data management.



### Heritage buildings

Starting from integrated methodologies for the 3D survey and modelling of Heritage buildings, INCEPTION aims to develop new tools for the interoperability and the inclusive sharing of three-dimensional models towards new forms of access and awareness of the European cultural heritage.

Oltre ai settori tradizionali delle arti (spettacolo dal vivo, arti visive, patrimonio culturale – incluso il settore pubblico), questi beni e servizi comprendono anche film, dvd, video, televisione e radio, videogiochi, nuovi media, musica, libri e stampa».

Il progetto INCEPTION è stato finanziato dalla Commissione Europea nell'ambito del Programma Horizon 2020, Grant Agreement numero 665220.

## Note

1 – La componente accademica del Consorzio, oltre al Dipartimento di Architettura dell'Università di Ferrara (Coordinatore Scientifico, Prof. Roberto Di Giulio), comprende l'Università di Lubiana (Slovenia), la National Technical University of Athens (Grecia) la Cyprus University of Technology (Cipro) l'Università di Zagabria (Croazia) i centri di ricerca Consorzio Futuro in Ricerca (Italia) e Cartif (Spagna). Il gruppo delle piccole medie imprese vede impegnate: DEMO Consultants BV (Olanda), 3L Architects (Germania), Nemoris (Italia), RDF (Bulgaria), 13BIS Consulting (Francia), Z+P (Germania) e Vision Business Consultants (Grecia).

Vista della home page della piattaforma INCEPTION. I modelli sono suddivisi per categorie e possono essere cercati secondo molteplici criteri

*View of the INCEPTION Platform home page. The 3D models are divided into categories and can be searched according to several criteria*

2 – SACCO Pier Luigi, Le industrie culturali e creative e l'Italia: una potenzialità inespressa su cui scommettere, in Fabbrica della cultura, [http://www.fabbricacultura.com/wp-content/uploads/2013/11/industrie-culturali-creative\\_sole24.pdf](http://www.fabbricacultura.com/wp-content/uploads/2013/11/industrie-culturali-creative_sole24.pdf) [29/01/2016].

3 – MA Minhua, OIKONOMOU Andreas, LAKHMI C. Jain, Serious Games and Edutainment Applications, Springer, Cham, 2011.

4 – VERGANTI Roberto, Design driven innovation. Cambiare le regole della competizione innovando radicalmente il significato dei prodotti e dei servizi, Rizzoli, Milano 2009 (ed. orig. Design Driven Innovation, Harvard Business Press, Cambridge 2009).

5 – <https://eur-lex.europa.eu/>

## Federica Maietti

Architetto, PhD, Centro DIAPReM, Dipartimento di Architettura dell'Università di Ferrara • Architect, PhD, DIAPReM Center, Department of Architecture, University of Ferrara [federica.maietti@unife.it](mailto:federica.maietti@unife.it)

## Federico Ferrari

Architetto, Centro DIAPReM, Dipartimento di Architettura dell'Università di Ferrara • Architect, DIAPReM Center, Department of Architecture, University of Ferrara [federico.ferrari@unife.it](mailto:federico.ferrari@unife.it)