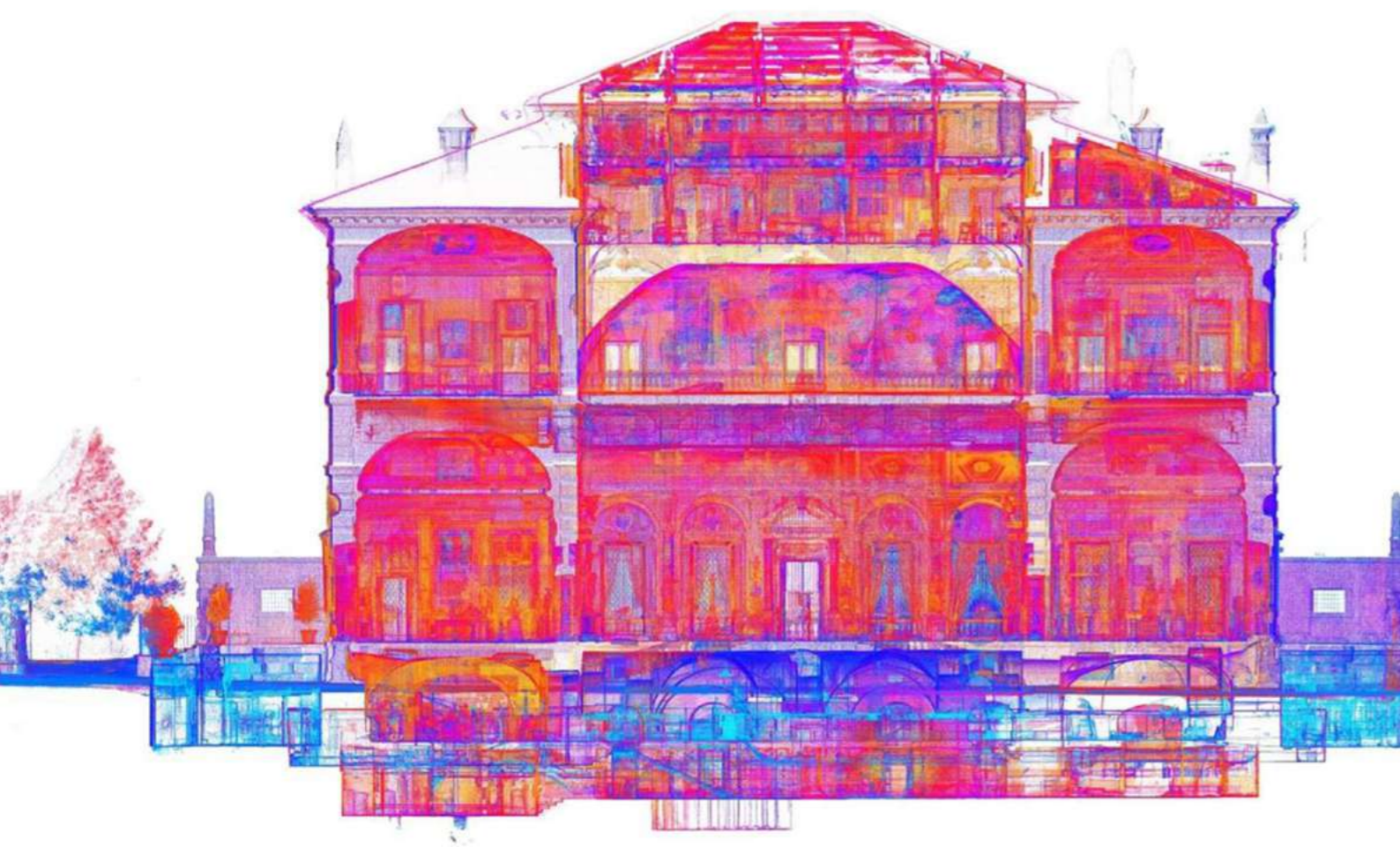


Modelli geometrico-informativi del patrimonio culturale. Il contributo dell'HBIM alla gestione del Museo Galleria Borghese

Geometric and informative models of Cultural Heritage.
The HBIM role for the management of the Galleria Borghese Museum

Fabiana Raco

Ricercatrice TD in Disegno | DIAPReM - Centro Dipartimentale per lo Sviluppo di Procedure Automatiche Integrate per il Restauro dei Monumenti | Dipartimento di Architettura | Università degli Studi di Ferrara | fabiana.raco@unife.it

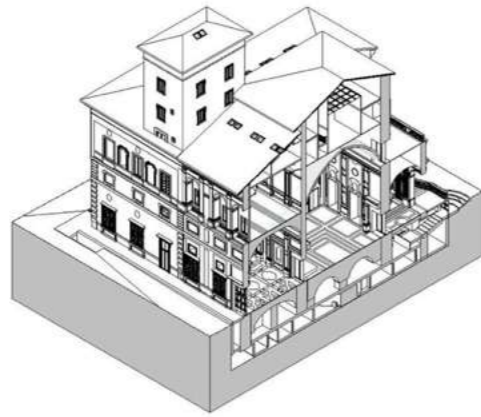


Nel campo degli studi sull'applicazione di tecnologie digitali integrate alla gestione ed all'intervento sul patrimonio culturale, mobile ed immobile, la provenienza, l'integrazione e l'implementazione delle informazioni pongono costanti nuove sfide. Il carattere di unicità dei beni del patrimonio culturale rende più complessa, per definizione, la codifica e la standardizzazione di metodi, pratiche e protocolli univoci di documentazione digitale. Anche quando alla documentazione digitale è affidato il compito di favorire processi decisionali complessi, che attengono alla gestione dell'intero ciclo di vita del bene, la ricerca rivolta ad un'ottimizzazione dei processi di documentazione, così come all'usabilità e trasferibilità dell'informazione, non può non tenere conto dei valori caratteristici e peculiari del patrimonio in esame¹. L'elaborazione di modelli parametrici semanticamente arricchiti² ha evidenziato, grazie all'applicazione di strumenti di Building Information Modeling ed in

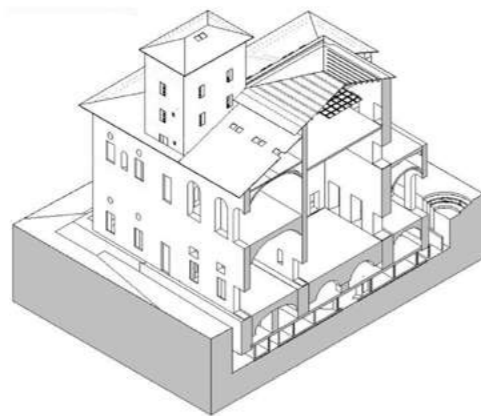
In the field of research on the integration of digital technologies for managing and intervening on cultural heritage, both mobile and immobile, new challenges are raised by the origin, integration, and implementation of information. The uniqueness of Cultural Heritage items makes it more difficult to codify and standardize digital documentation methods, practices, and protocols, as a result. Although the responsibility for promoting complex decision-making processes that focus on managing the entire life cycle of the benefit is assigned to digital documentation, research aimed at streamlining documentation processes and improving their usability and transferability must take into account the distinctive and unique characteristics of the under consideration patrimony². While using Building Information Modeling tools,

00.

Sorgenti informative del modello HBIM di Museo Galleria Borghese: modello a nuvola di punti da rilievo tridimensionale digitale integrato | Point cloud model from integrated digital three-dimensional survey is one of the data sources used to create the HBIM model of the Museo Galleria Borghese



MODELLO ARCHITETTONICO



MODELLO STRUTTURALE



particolare di Heritage BIM, possibilità inedite di implementazione di contenuti informativi complessi in modelli geometrici.

Si apre, infatti, un ambito di studio e ricerca che interessa molteplici aspetti ed individua interessanti ricadute negli ambiti della rappresentazione e modellazione digitale finalizzate a: la documentazione per la conservazione e il restauro del patrimonio culturale immobile³; la documentazione per la conservazione e il restauro del patrimonio archeologico⁴; la valorizzazione e fruizione del patrimonio culturale, mobile ed immobile⁵; l'accessibilità del patrimonio culturale⁶.

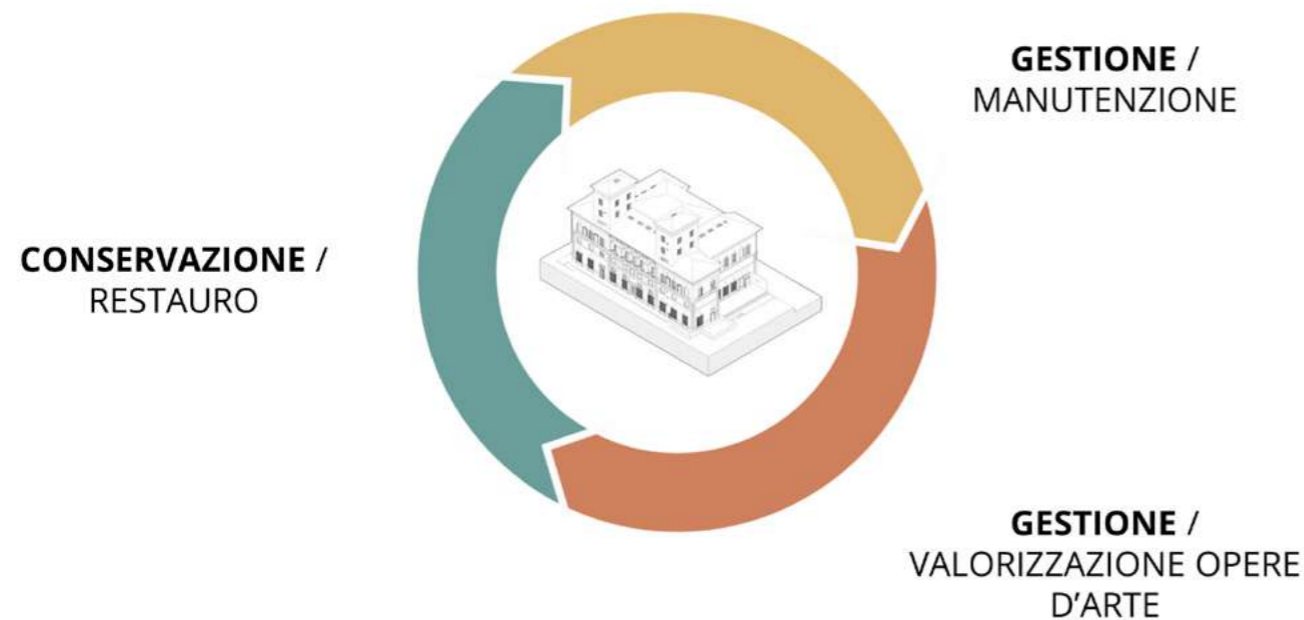
Il caso studio dell'implementazione informativa del modello HBIM di Galleria Borghese rappresenta, con riferimento allo scenario descritto, un significativo ambito d'indagine per un filone di ricerca che indaga il rapporto tra progetto, e le sue molteplici finalità, messaggio-linguaggio e rappresentazione.

L'attività di documentazione digitale si inserisce nel quadro di un progetto più ampio dal titolo "Hbim della Galleria Borghese Museo oltre le tre dimensioni" curato da Galleria Borghese⁷ con lo scopo di sviluppare una banca dati HBIM a supporto sia della gestione ordinaria e straordinaria del bene e delle collezioni sia di più specifici progetti di valorizzazione. La collaborazione tra l'Università degli Studi di Ferrara, Dipartimento di Architettura, centro di ricerca DIAPReM e laboratorio TekneHub, e l'Università di Roma La Sapienza, Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura, ha permesso lo svolgersi di azioni specifiche, all'interno del progetto complessivo, rivolte all'applicazione di protocolli *scan to BIM* per l'elaborazione del modello geometrico ed informativo HBIM del museo da rilievo tridimensionale digitale integrato.

Il progetto di rilievo digitale integrato, modellazione HBIM ed implementazione ha tenuto conto, innanzitutto, delle funzioni caratteristiche e dell'uso degli spazi attualmente ospitati nel complesso monumentale.

Il percorso di visita si articola in venti sale disposte su due livelli, piano terra e piano primo, oltre al portico ed al Salone d'ingresso, che mantengono complessivamente i caratteri stilistici e decorativi dell'impianto originario. Sorto all'inizio del XVII secolo, l'impianto della Villa ospita oggi il Museo Galleria Borghese che espone dipinti, sculture, bassorilievi,

particularly Heritage BIM, the development of semantically rich parametric models [2] has demonstrated previously unimaginable possibilities for implementing complex informational content in geometric models. In fact, a new area of study and research is emerging that piques the interest of numerous factors and interesting individuals in the realm of digital modeling and representation with the following goals: documentation for the preservation and restoration of immovable Cultural Heritage³; documentation for the preservation and restoration of archaeological heritage⁴; valorisation and fruition of both movable and immovable Cultural Heritage⁵; and accessibility of Cultural Heritage. The case study of the information implementation of the HBIM model of the Galleria Borghese represents, with reference to the scenario described, a significant field of investigation for a line of research investigating the relationship between design, and its multiple purposes, message-language and representation. The development of an HBIM database to support both regular and exceptional management of the asset and the collections as well as more focused enhancement projects is the goal of a larger project called "Hbim of the Galleria Borghese Museo oltre le tre dimensioni" that is being overseen by the Galleria Borghese⁷. Collaboration between the Department of Architecture at the University of Ferrara, the DIAPReM laboratory, and the TekneHub laboratory, and the Department of History, Design, and Restoration of Architecture at the University of Rome La Sapienza allowed for the development of specific actions within the project that applied scan to BIM protocols for the creation of the HBIM geometric and informative model of the museum from integrated three-dimensional digital surveys. The HBIM modeling, information implementation, and integrated digital survey all took into account the specific uses and functions of the spaces currently housed in the monumental complex. The HBIM modeling, information implementation, and integrated digital survey all took into account the specific



02.

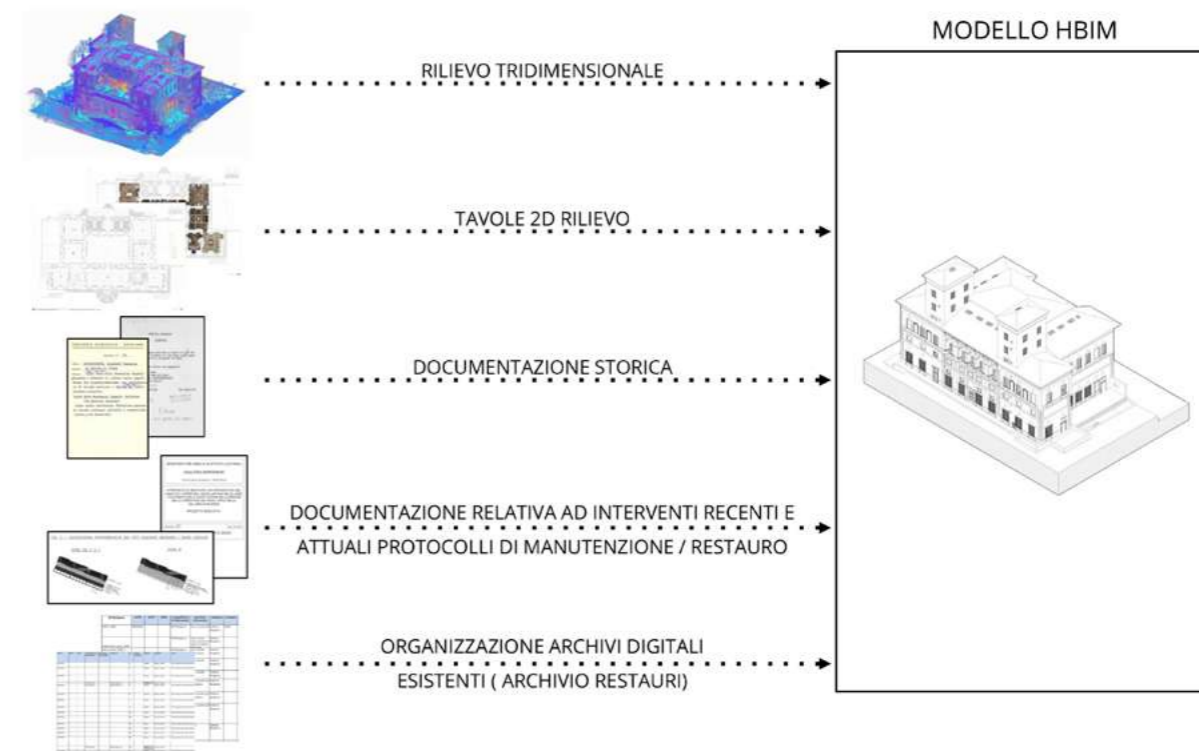
Finalità d'uso del modello HBIM per la definizione di categorie e standard di codifica di oggetti parametrici e famiglie | The HBIM model is used to define categories and coding conventions for parametric items and families

mosaici antichi, affreschi, arredi di cui il primo e più importante nucleo, datato tra la fine del XVI e l'inizio del XVII secolo, risale all'opera del cardinale Scipione Borghese. Ugualmente importanti sono, inoltre, le oltre duecentocinquanta opere custodite nei depositi, che ospitano in aggiunta un laboratorio per il restauro.

Proprietà del Ministero della Cultura, ma dotato di autonomia speciale, il Museo Galleria Borghese occupa interamente l'impianto originario della Villa, architettonico e decorativo, il quale si è conservato nei secoli tanto da essere considerato esso stesso parte integrante del percorso di visita museale inscindibile dalla collezione ospitata. Solo in tempi più recenti, tra il 1983 ed il 1997, lavori di restauro conservativo sono stati eseguiti sui fronti esterni e contestualmente interventi di consolidamento, in particolare, delle coperture.

Alla complessa gestione, finalizzata alla conservazione, della collezione permanente costituita

uses and functions of the spaces currently housed in the enormous complex. In addition to the portico and entrance hall, the tour is divided into twenty rooms on two floors, the ground floor and first floor, all of which still have their original aesthetic and ornamental elements. The Galleria Borghese Museum, which was built at the beginning of the 17th century, is housed in the original design of the Villa. It features artwork, sculptures, bas-reliefs, antique mosaics, frescoes, and furnishings, the first and most significant portion of which was established by Cardinal Scipione Borghese and dates back to the end of the 16th and the start of the 17th century. The more than 250 works preserved in the repositories, which also contain a restoration facility, are as significant. The Galleria Borghese Museum is housed in the entire original architectural and ornamental layout of the Villa, which is owned by the Ministry of Culture but



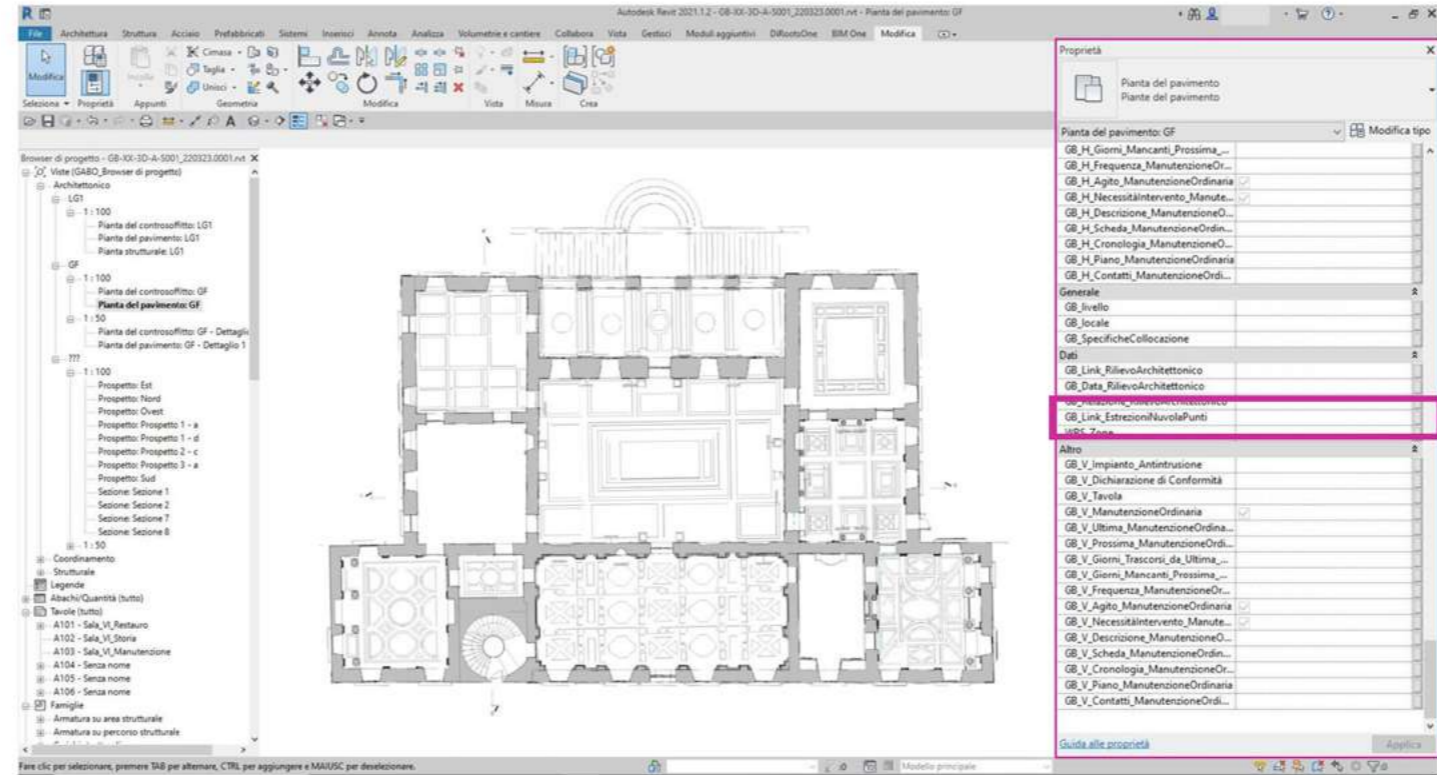
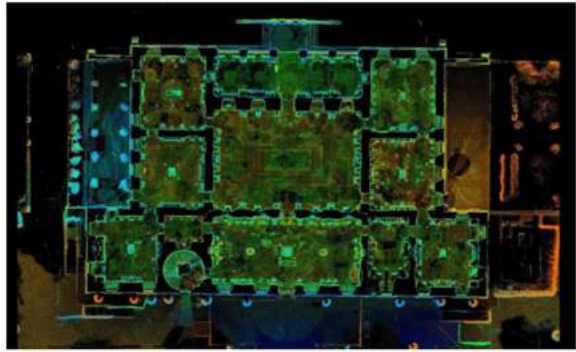
03.

Le diverse sorgenti di dato per l'implementazione informativa del modello HBIM | Many data sources for the HBIM model early implementation

dai beni mobili il Museo Galleria Borghese coniuga la missione di valorizzazione del patrimonio in gestione che coinvolge un pubblico di oltre cinquecentomila visitatori all'anno, i quali possono accedere tanto alla mostra permanente quanto alle numerose mostre temporanee allestite nei medesimi spazi di visita. Alle iniziative rivolte ai visitatori del museo si aggiunge, inoltre, un'intensa attività di comunicazione, veicolata attraverso il sito istituzionale, rivolta ad un pubblico ampio ed il conseguente progetto di nuovi contenuti in prevalenza digitali.

La modellazione HBIM semanticamente arricchita ed il progetto d'implementazione informativa sono stati guidati, in accordo con il gruppo di lavoro, dalle finalità di utilizzo del modello stesso, in particolare: gestione della manutenzione; gestione delle attività conservative e di restauro, siano esse condotte internamente sia attraverso l'appalto a soggetti esterni; gestione e valorizzazione delle opere d'arte. Con l'obiettivo di integrare e consentire all'utente

granted special autonomy. Due to the way it has been preserved over the years, it is regarded as an essential component of the museum tour and is interrelated from the collection it houses. Conservative restoration work on the exterior facades and concurrent consolidation work, particularly on the roofs, were only done in more recent periods, specifically between 1983 and 1997. The Borghese Gallery Museum combines the mission of enhancing the heritage under management with the complex management of the permanent collection of movables, which involves a public of over 500,000 visitors annually who can access both the permanent exhibition and the numerous temporary exhibitions set up in the same spaces. Along with the activities focused at the museum's visitors, there is also a significant communication effort directed at a broad audience through the institutional website,

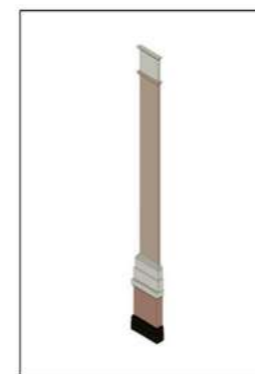


04.

Sorgenti informative per l'implementazione del modello HBIM: dati ed elaborati da rilievo tridimensionale digitale integrato | Data and procedures from an integrated digital three-dimensional survey were used as information sources for the HBIM model's implementation

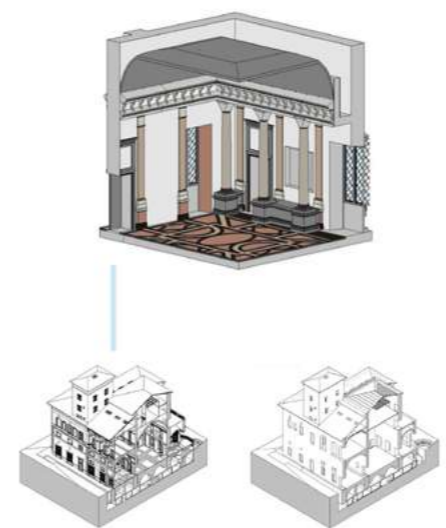
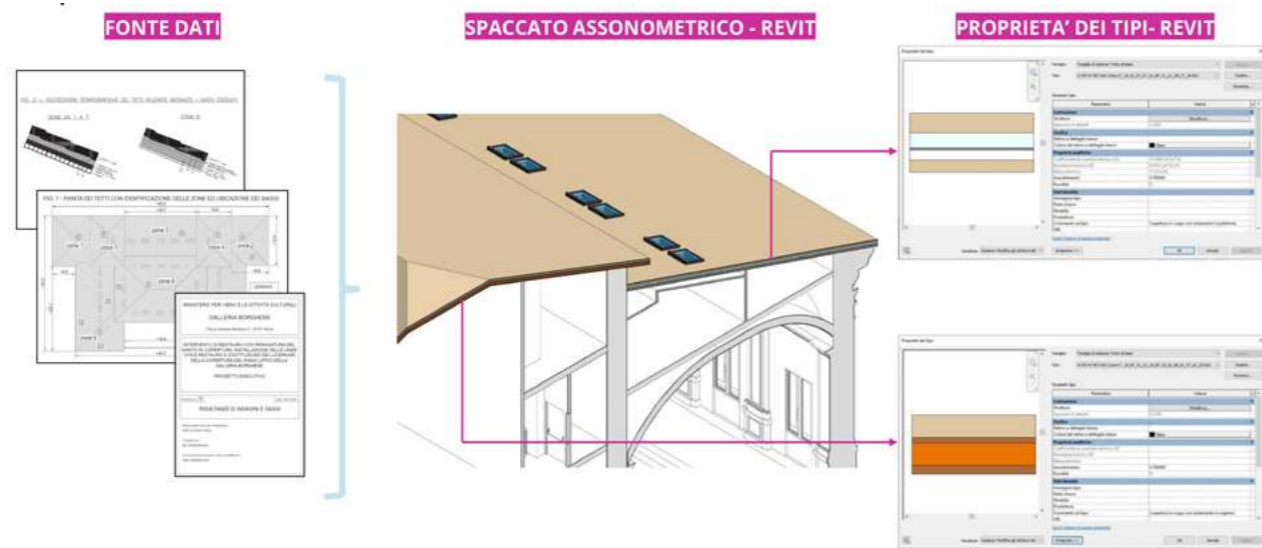
di orientarsi, all'interno del modello HBIM, tra diverse sorgenti informative, informazioni da rilievo tridimensionale integrato, elaborati architettonici bidimensionali, documentazione storica, documentazione da interventi recenti di manutenzione, organizzazione di archivi digitali esistenti, sono stati definiti i criteri di codifica di oggetti, famiglie ed allegati esterni che tengono conto di: disciplina di riferimento (architettonica, strutturale); fase storica; materiali costruttivi e provenienza; collocazione degli elementi. L'insieme dei criteri definiti fa riferimento, inoltre, ad oltre venti categorie informative implementate che tengono conto dell'intero ciclo di vita di un bene patrimonio culturale. Sono infatti categorie specifiche implementate all'interno del modello e del piano di gestione informativa, oltre alle categorie inerenti alle fasi di manutenzione: rilievo dello stato di fatto;

which leads to the creation of new content, mostly digital. In accordance with the working group, the enriched semantic HBIM modeling and information implementation project were driven by the goals of using the model itself, specifically: facility management; management of conservation and restoration activities, whether carried out internally or by hiring outside parties; management and valorization of works of art. The coding criteria of objects, families, and external annexes have been defined, taking into account: reference discipline (both architectural and structural); two-dimensional architectural drawings; historical documentation; documentation from recent maintenance works; organization of existing digital archives, with the goal of integrating and allowing the user to orient themselves



05.

Criteri di codifica di oggetti e famiglie con inclusione di fasi storiche, caratterizzazione dei materiali e provenienze | Coding standards for objects and families that take historical phases, material characterization, and provenance into account



Gruppi parametri - disciplina architettonico

materiali; rilievo e stato di fatto; [i. elettrico; i. fonici dati; i. clima; i. microclima-sensori; i. idrico sanitario; i. antincendio-rilevazione; i. antintrusione; i. antincendio-spegnimento; i. antincendio-idrico; i. diffusione sonora; i. TVCC; i. monitoraggio strutturale; i. ascensore-servoscala]; opere d'arte.

GRUPPO esempio: opere d'arte

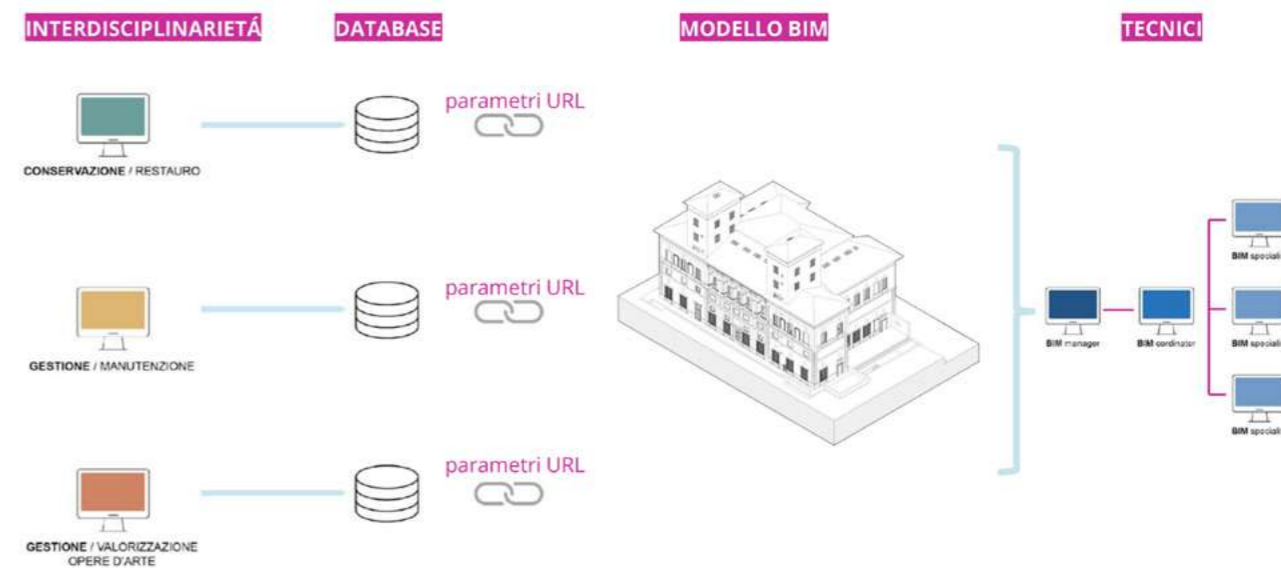
NOME PARAMETRO	TIPO	DESCRIZIONE
GB_O_Altezza	Lunghezza	Dimensione dell'opera d'arte
GB_O_Larghezza	Lunghezza	Dimensione dell'opera d'arte
GB_O_Spessore	Lunghezza	Dimensione dell'opera d'arte
GB_O_NCTN	Testo	Numero di catalogo generale delle schede delle opere [codice univoco]
GB_O_INV	Testo	Numero di inventario
GB_O_Oggetto	Testo	Oggetto opera d'arte
GB_O_Soggetto	Testo	Soggetto opera d'arte
GB_O_Autore	Testo	Autore opera d'arte
GB_O_MateriaTecnica	Testo	Materia e tecnica dell'opera d'arte
GB_O_Sala	Testo	Sala in cui è collocata l'opera d'arte
GB_O_Link-DB	URL	Collegamento al DB

06. Implementazione informativa di oggetti e famiglie: informazioni correlate ad interventi recenti di consolidamento delle strutture di copertura | Information implementation of objects and families: information related to recent consolidation works on roof structures

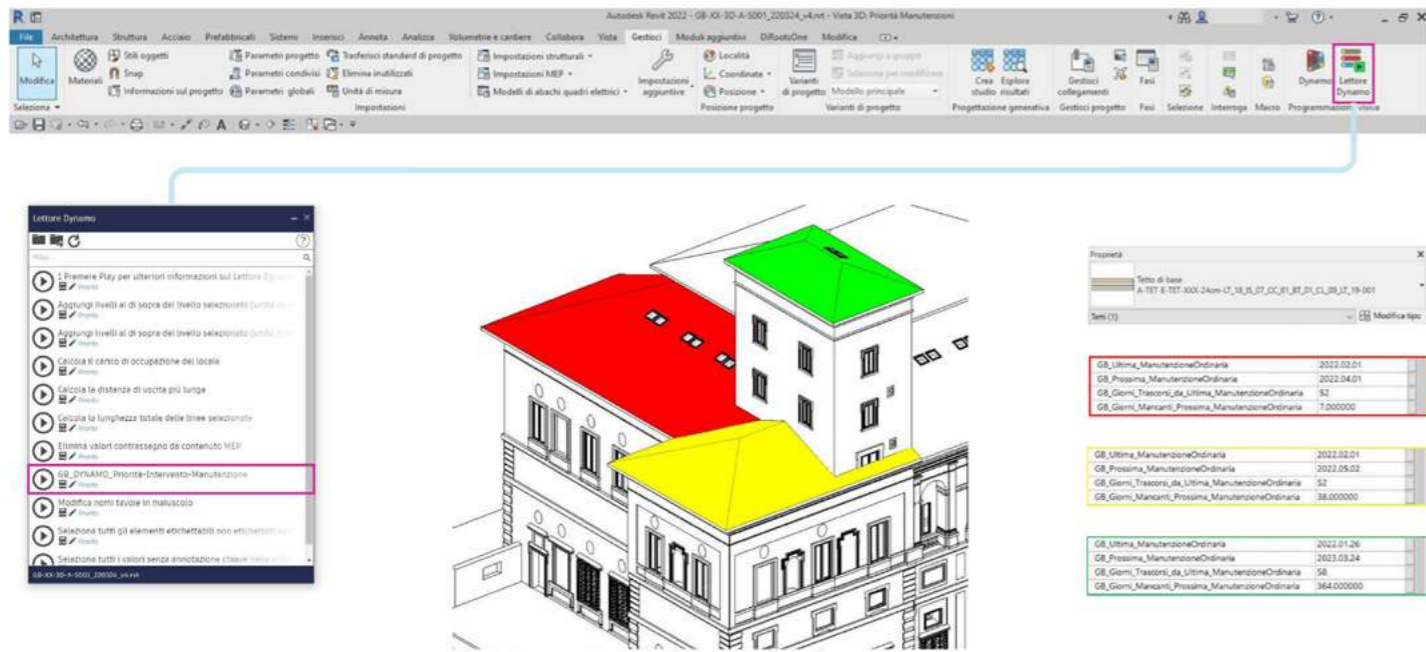
07. Categoria informativa: opere d'arte | Information category: works of art

diagnostica e degrado; monitoraggio; ricerca storica; interventi di conservazione e restauro. Il livello di sviluppo informativo implementato si fonda sull'utilizzo di Revit quale software di *authoring*. Tuttavia, la complessità e stratificazione informativa che l'intervento sul patrimonio culturale richiedono hanno determinato, in molti casi, lo sviluppo di soluzioni dedicate tanto dal punto di vista dello sviluppo delle geometrie quanto delle categorie e contenuti informativi implementati. La possibilità di operare attraverso selezioni di elementi, oggetti, famiglie e contenuti informativi, coerenti con le diverse finalità di utilizzo del modello, ivi compresa la ricerca storica, ha infine determinato la gerarchizzazione degli oggetti parametrici e le modalità di implementazione nel tempo. Più articolato è stato il processo di implementazione informativa finalizzato a determinare le priorità d'intervento, di manutenzione, conservazione, e restauro, sulla base della serie di dati storici implementati da database o fonti documentali esistenti. Prerequisito del progetto d'implementazione informativa del modello HBIM è, infatti, l'opportunità di favorire l'automazione di alcune fasi di gestione

within the HBIM model. The level of information development implemented is based on the use of Revit as authoring software. However, because of the complexity and information stratification that the intervention on cultural heritage necessitates, it has frequently been necessary to build specialized solutions, both in terms of the development of geometries and the categories and information content used. The hierarchy of the parametric objects and the methods of implementation over time were ultimately decided by the ability to use selections of elements, objects, families, and information contents commensurate with the various objectives of usage of the model, including historical study. The information implementation method, which established priorities for intervention, maintenance, conservation, and restoration based on the historical data set implemented from pre-existing databases or documentary sources, was more specifically articulated. The opportunity to support the automation of specific information management and implementation phases is in fact a requirement of the HBIM model information implementation project. The



08. Gestione del flusso e dei percorsi informativi attraverso il modello HBIM | Management of information flow and paths through the HBIM model



09.

Gestione delle priorità d'intervento attraverso il modello HBIM |
Management of intervention priorities through the HBIM model

ed implementazione dell'informazione. Attraverso lo sviluppo di un algoritmo dedicato, sviluppato con software Dynamo, le priorità d'intervento possono essere pianificate, monitorate ed aggiornate attraverso la verifica del codice colore assegnato per categoria di priorità. In tal senso, il modello HBIM è implementato nella direzione di principale strumento di integrazione e visualizzazione di percorsi informativi autonomi, ma integrati. Se da un lato, infatti, la specificità ed unicità del patrimonio culturale, mobile ed immobile, rende complessi, e non sempre efficaci allo stato attuale di sviluppo delle soluzioni software, la standardizzazione di geometrie e caratteristiche materiche di elementi e tecnologie costruttivi, dall'altro sembra più percorribile la possibilità di definire standard per l'organizzazione, codifica e gerarchizzazione, di sorgenti e contenuti informativi connessi allo sviluppo dei modelli stessi. Considerando ciascuna sorgente di dato, anche analogica, come potenziale informazione digitale, il progetto di organizzazione della conoscenza e della sua accessibilità attraverso il modello diviene dunque un ambito d'indagine specifico ed integrato al Disegno nella sua declinazione di modellazione informatica⁷.

implementation of a specific algorithm using the Dynamo software allows for the planning, monitoring, and updating of intervention priorities through the verification of the color coding allocated to each priority category. In this way, the HBIM model is used as the key tool for the integration and visualization of independent but linked information pathways. The possibility of defining standards for the organisation, coding and hierarchisation of information sources and contents connected to the development of the models themselves seems more viable, while the specificity and uniqueness of cultural heritage, both movable and immovable, makes standardization of geometries and material characteristics of building elements and technologies complex and not always effective. As a result, the project of knowledge organization and its accessibility through the HBIM model thus becomes a specific and integrated field of research to Drawing in its declination of computer modeling by taking into account every source of data, even analogous data, as possible digital information⁷.

GRUPPO DI RICERCA | RESEARCH TEAM

- Università degli Studi di Ferrara, Dipartimento di Architettura, centro di ricerca DIAPReM e laboratorio TekneHub

Responsabili scientifici: Marcello Balzani, Fabiana Raco

Gruppo di lavoro:
Guido Galvani
Dario Rizzi
Fabio Planu
Gabriele Giau

- Università di Roma, la Sapienza

Responsabile scientifico: Carlo Inglese

Gruppo di lavoro:
Carlo Bianchini
Alfonso Ippolito
Martina Attenni

- Museo Galleria Borghese

Direttrice: Francesca Cappelletti

Responsabile del procedimento: Marina Minozzi

Coordinatore di progetto e direttore dell'esecuzione: Agnese Murrari

NOTE | NOTES

- 1| Si veda, Bianchini, C., Inglese, C., Ippolito, A., (2016). Il contributo della Rappresentazione nel Building Information Modeling (BIM) per la gestione del costruito. *Disegnarecon*, Vol 9, No 16 (2016). Retrieved: <https://disegnarecon.univaq.it/ojs/index.php/disegnarecon/article/view/152>.
- 2| In Raco, F., Balzani, M., Planu, F., Tasselli, N. (2022). Modellazione semantica HBIM per la rappresentazione digitale dell'intervento sul patrimonio esistente/HBIM semantic modelling for the digital imaging of interventions on existing heritage. In Battini C., Bistagnino E. (a cura di). *Dialoghi. Visioni e visualità. Testimoniare Comunicare Sperimentare. Atti del 43° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Dialogues. Visions and visibility. Witnessing Communicating Experimenting. Proceedings of the 43rd International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 2789-2804. DOI: 10.3280/oa-832-c173.
- 3| Bianchini, C., and Nicastro, S., (2018). From BIM to H-BIM, 2018 3rd Digital Heritage International Congress (DigitalHERITAGE): A HBIM BASED VIRTUAL TOUR, *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, XLVI-5/W1-2022, 21-29, <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLVI-5-W1-2022-21-2022>, 2022.
- 4| Banfi, F., (2020). HBIM, 3D drawing and virtual reality for archaeological sites and ancient ruins in *Virtual Archaeology Review*, 11(23): 16-33, 2020. *Virtual Archaeology Review*, 11(23): 16-33, 2020.
- 5| Argiolas, R., Bagnolo, V., Cera, S., and Cuccu, S.: VIRTUAL ENVIRONMENTS TO COMMUNICATE BUILT CULTURAL HERITAGE: A HBIM BASED VIRTUAL TOUR, *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, XLVI-5/W1-2022, 21-29, <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLVI-5-W1-2022-21-2022>, 2022.
- 6| Balzani, M., Maietti, F., (2017). Architectural Space in a Protocol for an Integrated 3D Survey aimed at the Documentation, Representation and Conservation of Cultural Heritage in *disegno* 1/2017. DOI: <https://doi.org/10.26375/diseño.1.2017.13>.
- 7| Il progetto "Hbim della Galleria Borghese Museo oltre le tre dimensioni" è stato ideato ed è coordinato, in qualità di direttore dell'esecuzione, dall'arch. Agnese Murrari. Alle attività qui descritte ha inoltre collaborato, in qualità di esperta e di responsabile unica del procedimento la dott.ssa Marina Minozzi.
- 8| Con riferimento alla declaratoria del Settore Scientifico Disciplinare ICAR/17.