

**Modelli informativi
e trasformazione digitale
della PA: *review*
sulle applicazioni del BIM
per il Catasto
in Italia e in Europa**

DOI: 10.14609/Ti_1_23_3i



Vittorio Lucchese

Ufficio Provinciale-Territorio di Roma,
Direzione Regionale del Lazio,
Agenzia delle Entrate

Pamela Maiezza

ricercatrice
Università degli studi dell'Aquila,
Dipartimento di Ingegneria Civile,
Edile-Architettura, Ambientale

Alessandra Tata

Università degli studi dell'Aquila,
Dipartimento di Ingegneria Civile,
Edile-Architettura, Ambientale

Stefano Brusaporci

professore ordinario
Università degli studi dell'Aquila,
Dipartimento di Ingegneria Civile,
Edile-Architettura, Ambientale

Parole chiave: *Building Information Modelling*, catasto, fabbricato, modelli informativi, trasformazione digitale, processo edilizio

Abstract Nell'ambito della trasformazione digitale della Pubblica Amministrazione, nel settore *Architecture Engineering Construction* (AEC), riveste un ruolo di primo piano la metodologia *Building Information Modelling* (BIM), sempre più presente anche a livello legislativo, che permette, oltre alla rappresentazione tridimensionale degli edifici sulla base di oggetti digitali parametrici, la gestione del ciclo di vita dell'opera, dalla progettazione alla costruzione e alla manutenzione.

Il BIM costituisce un processo di gestione delle informazioni relative all'edificazione e al costruito. Al centro vi è il modello tridimensionale dell'edificio, costituito da componenti digitali parametrici che rappresentano gli elementi del sistema costruttivo (muri, solai, finestre, tetti ecc.). A questo modello possono essere relazionate informazioni di varia natura, che possono essere oggetto di analisi e computazione.

Il BIM è nato per la progettazione del nuovo, ma più recentemente la ricerca si è focalizzata anche sull'applicazione del BIM a quanto già realizzato. Si tratta della procedura cosiddetta dell'*Heritage* o *Historical Building Information Modelling* (HBIM) per il rilievo, la rappresentazione e la gestione del costruito. A livello amministrativo, i più ampi e diffusi archivi contenenti informazioni relative alla rappresentazione del costruito sono certamente costituiti dalle banche dati catastali, che nella maggior parte dei paesi del mondo contengono una rappresentazione bidimensionale "statica" di unità immobiliari, con una descrizione testuale, solitamente senza un legame con il processo edilizio. Questo approccio rappresenta dei limiti nella rappresentazione di edifici di una certa complessità e non solo.

Il presente studio si propone di analizzare lo stato dell'arte della ricerca sulle possibili applicazioni della metodologia BIM alla rappresentazione catastale a livello europeo ed internazionale, con particolare riferimento al caso italiano. Nel primo capitolo viene presentata la metodologia BIM, in particolare in relazione alle più recenti evoluzioni sulla rappresentazione del costruito e alla graduale introduzione nel processo edilizio e nelle legislazioni di settore. Nel secondo si propone un *excursus* sulle più avanzate ricerche a livello europeo ed internazionale sulle possibili applicazioni del BIM all'ambito catastale, con riferimento agli *standard Land Administration Domain Model* (LADM). Infine vengono delineate le future linee di ricerca, con ipotesi di applicazione al Catasto italiano, a partire dal concetto di fabbricato, con *focus* sul livello di dettaglio delle informazioni e sulla possibile integrazione con il processo edilizio.

Modelli informativi e trasformazione digitale della PA: review sulle applicazioni del BIM per il Catasto in Italia e in Europa

Contributi degli autori

Il presente articolo è stato concepito unitariamente, ma nel dettaglio si segnala che A. Tata è autrice del paragrafo "1.1. Il BIM nella legislazione italiana", P. Maiezza dell'introduzione al capitolo "1. La metodologia BIM per il costruito: rappresentazione, processo edilizio e legislazione" e del paragrafo "1.2. Dal BIM all'HBIM: la modellazione informativa del patrimonio costruito", V. Lucchese dei capitoli "2. Il BIM e le banche dati catastali: stato dell'arte" e "3. BIM e catasto italiano: linee di ricerca"; S. Brusaporci ha coordinato la ricerca ed è autore del capitolo "4. Conclusioni".

1 | LA METODOLOGIA BIM PER IL COSTRUITO: RAPPRESENTAZIONE, PROCESSO EDILIZIO E LEGISLAZIONE

Sviluppato specificatamente per l'architettura, il BIM deve il suo crescente ruolo all'interno del settore dell'*Architecture, Engineering and Construction* (AEC) alle sue evidenti potenzialità nella gestione delle informazioni inerenti all'intero ciclo di vita dell'edificio, dalla progettazione, alla costruzione, manutenzione, gestione e, eventualmente, dismissione. Oggigiorno, è divenuto un riferimento imprescindibile nell'ambito della gestione dei processi edilizi, sancito anche sul piano normativo sia a livello internazionale che nazionale. Può essere, quindi, certamente considerato come il principale elemento di innovazione digitale anche per le amministrazioni pubbliche che si occupano, direttamente o indirettamente, di ambiti connessi con il settore AEC.

1.1 | Il BIM nella legislazione italiana

Il concetto di BIM, o più correttamente dei *"metodi e strumenti elettronici di modellazione"*, viene introdotto nel quadro normativo italiano nel 2016 con l'entrata in vigore del decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50, che recepisce quanto disposto dalla Direttiva Europea 2014/24/CE. La Direttiva, al fine di promuovere l'innovazione e la digitalizzazione nel mondo degli appalti europeo, al comma 4 dell'art. 22 dispone che *"gli Stati membri possono richiedere l'uso di strumenti elettronici specifici, quali gli strumenti di simulazione elettronica per le informazioni edilizie o strumenti analoghi"*, tra i quali può essere annoverato il BIM.

In Italia il "vecchio" Codice dei contratti pubblici recepisce tale disposizione nell'articolo 23, comma 1, che pone, nell'ambito della progettazione in materia di lavori pubblici, l'esigenza di assicurare *"la razionalizzazione delle attività di progettazione e connesse verifiche attraverso il progressivo uso di metodi e strumenti elettronici specifici quali quelli di modellazione per l'edilizia e le infrastrutture"*.

Tra le finalità dell'uso di tali metodologie nel mondo degli appalti, in particolare nella fase di progettazione e verifica, si sottolinea il miglioramento dell'efficienza dell'azione amministrativa, mediante la velocizzazione dell'*iter* di realizzazione delle opere pubbliche, troppo spesso rallentato da varianti in corso d'opera dovute anche ad una progettazione preliminare poco coordinata e organica. La modellazione BIM, infatti, prevede la creazione di un unico modello, relativo all'intero ciclo di vita dell'opera, in cui possono operare diversi professionisti, permettendo un maggiore controllo della stessa in ogni suo aspetto e in ogni sua fase realizzativa, minimizzando la possibilità di incorrere in errori progettuali.

Successivamente la normativa italiana in ambito BIM viene dettagliata con il decreto ministeriale 1 dicembre 2017, n. 560, attuativo del citato articolo 23 del D. Lgs. n. 50/2016, e modificato con decreto del Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità sostenibili (MIMS) 2 agosto 2021, n. 312.

Attualmente il riferimento legislativo in materia, vigente in Italia, è il cd. "nuovo" Codice dei contratti pubblici - decreto legislativo 31 marzo 2023, n. 36 - che sancisce i tempi entro i quali le amministrazioni devono dotarsi di metodi e strumenti elettronici specifici per la gestione informativa degli appalti e la tipologia di interventi da sottoporre a tali metodi, in termini progressivi e in base alla complessità dei lavori. In particolare, il comma 1 dell'articolo 43 conferma quanto già disposto dal decreto ministeriale 1 dicembre 2017, n. 560, come modificato dal decreto MiMS n. 312/2021, ovvero conferisce alle stazioni appaltanti l'obbligo di adottare metodi e strumenti di gestione informativa digitale delle costruzioni per la progettazione e la realizzazione di opere di nuova costruzione e per gli interventi su costruzioni esistenti per tutte quelle procedure il cui importo a base di gara risulta superiore a un milione di euro.

La disciplina attuativa dell'articolo 43 è riportata nell'Allegato I.9, destinato ad essere abrogato – come previsto dall'articolo 43, comma 5, del "nuovo" Codice - una volta entrato in vigore un corrispondente

regolamento. Si può affermare che il DM n. 560/2017 è confluito nell'Allegato I.9 "*Metodi e strumenti di gestione informativa digitale delle costruzioni*" del nuovo codice degli appalti, che ne riproduce, seppur con alcune modifiche ed integrazioni, i contenuti.

Il comma 5 dell'articolo 1 dell'Allegato I.9 riprende i concetti fondamentali del BIM – già presenti nel DM n. 560/2017 (*interoperabilità; modello informativo orientato a oggetti; ambiente di condivisione dei dati*) - e ne evidenzia le relazioni: "*le stazioni appaltanti utilizzano piattaforme interoperabili mediante formati aperti non proprietari. I dati sono elaborati in modelli informativi disciplinari multidimensionali e orientati a oggetti. Le informazioni prodotte sono gestite tramite flussi informativi digitalizzati all'interno di un ambiente di condivisione dei dati e sono condivise tra tutti i partecipanti al progetto, alla costruzione e alla gestione dell'intervento*".¹

Nel provvedimento, inoltre, si possono riconoscere alcuni concetti appartenenti al mondo degli appalti reinterpretati in chiave BIM, come, ad esempio, l'offerta presentata dall'operatore economico al momento della gara nota come offerta tecnica, che diventa "*offerta di gestione informativa*".

La normativa vigente, ed in particolare la sua parte attuativa – Allegato I.9 del D. Lgs. n. 36/2023 - seppur molto più esaustiva e completa in termini teorici rispetto alle precedenti fonti, risulta, parimenti al DM n. 560/2017, priva di indicazioni operative, dettagliate e specifiche da applicare nell'ambito BIM sia dalla parte delle amministrazioni che degli operatori economici. All'articolo 1 dell'allegato I.9 il Legislatore riconosce tale necessità ponendo al comma 6 l'esigenza di "*assicurare l'uniformità di utilizzo dei metodi e degli strumenti di gestione informativa digitale delle costruzioni facendo riferimento alle norme tecniche di cui al regolamento (UE) n. 1025/2012 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 25 ottobre 2012*".

In riferimento al BIM, in Italia, le norme tecniche fondamentali sono la UNI 11337, la UNI EN ISO 19650 e la UNI EN 17412.

La UNI 11337, dal punto di vista della modellazione, definisce i LOD ovvero i *Level Of Development*, concettualmente assimilabili alle tradizionali scale di progettazione, che contraddistinguono la precisione del modello informativo in base allo sviluppo degli oggetti che lo costituiscono. I LOD vanno dal livello A, simbolico, al livello G, modello aggiornato dopo il ciclo di vita, e scaturiscono dal grado di approfondimento geometrico degli oggetti – *Level Of Geometry* – e dalla numerosità delle informazioni ivi contenute – *Level Of Information*.

La UNI EN ISO 19650, pubblicata dall'Ente Italiano di Normazione (UNI) in seguito al recepimento da parte del CEN delle norme ISO 19650, introduce nella parte 1 il Livello di Fabbisogno Informativo (*Level of Information Need - LOIN*), in sostituzione dei LOD. L'introduzione dei LOIN mira a ottenere processi digitali più efficaci grazie alla centralità assunta dalle finalità e dagli usi del modello nella definizione dei contenuti informativi: solo le informazioni necessarie al raggiungimento degli scopi prefissati dovranno essere contenute all'interno del modello, evitando di produrre e condividere un eccesso d'informazioni.

La UNI EN 17412-1, di carattere più operativo rispetto alla ISO 19650, si occupa di introdurre un *framework* per la definizione dei LOIN, costituito da due parti: i *prerequisiti*, vale a dire il contesto nel quale identificare le informazioni da richiedere, e le informazioni richieste ("Livello Di Fabbisogno Informativo").

Nella UNI 11337 è presente inoltre una sezione sui sistemi territoriali GIS (*Geographic Information System*)

¹ Il noto concetto di interoperabilità è definito nel D.Lgs. n.82/2005- Codice dell'amministrazione digitale –come la "*caratteristica di un sistema informativo, le cui interfacce sono pubbliche e aperte, di interagire in maniera automatica con altri sistemi informativi per lo scambio di informazioni e l'erogazione di servizi*". L'interoperabilità rimanda all'ambiente di condivisione dati (*Common Data Environment* aggiungere UNID), uno spazio virtuale che permette ai professionisti coinvolti nel processo edilizio lo scambio di dati grazie all'utilizzo di un linguaggio comune, ovvero di formati aperti - non proprietari - in modo da non limitare l'accesso alle informazioni.

in cui viene evidenziata l'importanza del BIM nella rappresentazione del territorio e nell'ambito della pianificazione a grande scala. Il dato geografico può essere rappresentato in modo più o meno dettagliato a seconda dello scopo e della fase di sviluppo territoriale di un determinato ambito. In particolare vengono rilevate quattro fasi di sviluppo:

Stadio di programmazione strategica, afferente alla mera mappatura di un ambito territoriale

- *Stadio di progettazione*, ovvero il rilievo dell'esistente soggetto a un dettaglio maggiore della rappresentazione, a seconda delle autorizzazioni che si devono ottenere per realizzare l'opera
- *Stadio di produzione*, in cui la rappresentazione di una nuova opera modifica l'informazione geografica esistente
- *Stadio di esercizio*, fase di gestione e manutenzione.

La terza fase è costituita dalla *fase di esecuzione* dell'opera e dalla *fase di collaudo e consegna*, fase in cui si fa riferimento al sistema catasto: *“finita la modifica del territorio l'as-built fluisce nell'informazione territoriale, modifica il Data Base Territoriale. Legato alla fase di collaudo, in base alla legislazione vigente, ogni opera deve essere accatastata; anche in questo caso è l'opera che modifica l'informazione geografica (catastale) con le regole connesse”*.

La modellazione del territorio non può prescindere dalla georeferenziazione dei modelli e pertanto dalla scelta *ab origine* del sistema di coordinate da adottare.

1.2 | Dal BIM all'HBIM: la modellazione informativa del patrimonio costruito

Il modello BIM, costituito da oggetti tridimensionali semantizzati secondo i componenti architettonici di un edificio (chiusure verticali, orizzontali, infissi, ecc.) ed arricchiti da informazioni che simulano nell'ambiente virtuale le proprietà dell'elemento reale, consente l'integrazione all'interno di un'unica piattaforma di tutti gli aspetti del processo edilizio: architettonico, strutturale, impiantistico, economico, ecc.

Il modello BIM, inteso nel suo duplice significato di rappresentazione grafica e contenuto informativo, diventa dunque una simulazione virtuale dell'intero processo edilizio, attraverso cui ridurre i rischi dovuti a mancanze nella condivisione di informazioni ed a interferenze tra le diverse componenti, favorendo l'ottimizzazione del tempo e delle risorse.

La maggiore efficienza del processo edilizio, consentita dall'utilizzo di procedure BIM, è dovuta all'archiviazione e gestione dei dati e delle informazioni all'interno di un unico ambiente digitale, interattivo ed interoperabile.

Si viene così a definire una nuova modalità di collaborazione, basata sull'interazione in tempo reale di tutte le figure professionali coinvolte nel processo edilizio, le quali comunicano tra loro attraverso il modello BIM, aggiornandolo e integrandolo con il proprio contributo.

Il compito di consentire la visualizzazione e la fruizione dei dati eterogenei archiviati nel *database* BIM è affidato alla espressione grafica, la quale assume un ruolo centrale nella gestione delle informazioni e nel garantire l'interoperabilità del processo.

È attraverso la “rappresentazione del *Database*”, infatti, che i vari professionisti coinvolti riescono ad inserire il proprio contributo: il modello, filtrato opportunamente, viene visualizzato con modalità differenti a seconda del soggetto a cui è rivolto (architetti, strutturisti, impiantisti ecc.), consentendo letture tematiche specifiche delle varie discipline che si affiancano nel processo edilizio.

La centralità del concetto di informazione, sottolineata dallo stesso acronimo BIM, e la sempre maggiore

rilevanza di tale approccio nel settore dell'edilizia hanno portato ad estendere i processi BIM, sviluppati per il progetto del nuovo, anche all'esistente.

L'applicazione del BIM al Catasto potrebbe riguardare certamente le nuove costruzioni, alcune delle quali già progettate con tale tecnologia, ma sarebbe soprattutto rivolta all'esistente, che costituisce la maggior parte del patrimonio edilizio. Si tratterebbe di rappresentare il costruito, ovvero il patrimonio edificato, antico e recente, tessuti edilizi di base ed emergenze architettoniche, edifici residenziali, industriali, infrastrutture ecc.

Il BIM offre notevoli vantaggi anche nella sua applicazione agli edifici già costruiti, pertanto la ricerca si è recentemente focalizzata sull'HBIM (*Heritage - o Historical Building Information Modelling*), con specifico riferimento al problema della rappresentazione di elementi e sistemi del costruito storico, tradizionale, ma anche recente, di difficile standardizzazione e per i quali spesso le informazioni sono carenti e lacunose. Inoltre l'HBIM richiede un approccio multidisciplinare in relazione alle questioni poste in merito ad una adeguata conoscenza del manufatto e agli interventi di ristrutturazione o restauro.

In tal senso l'acronimo HBIM rinvia ad un approccio BIM volto alla definizione di un sistema di gestione delle informazioni condiviso tra le diverse figure professionali, dove archiviare e rendere facilmente accessibili le informazioni, e costituisce un presupposto fondamentale ai fini della documentazione, conservazione e valorizzazione del patrimonio edificato (Murphy *et alii*, 2009).

La modellazione BIM del patrimonio edilizio ed architettonico, a partire dal suo rilievo, presenta aspetti e problematiche importanti da tenere in considerazione. I limiti dell'uso del BIM per la modellazione dei beni architettonici possono riguardare, in primo luogo, la perdita delle librerie, fondamento del processo standardizzato BIM, e la scarsa capacità di tali piattaforme di modellare forme geometriche complesse del costruito, come i tessuti dei centri storici integrati nella conformazione del territorio, fino a particolari tipologie – si pensi al caso limite dei “Sassi” di Matera, o stati non-ideali, derivanti ad esempio da deformazioni, danni e degradi, ecc. In tal senso si pone il tema di come conciliare la standardizzazione degli elementi architettonici, propria del BIM, con l'unicità del patrimonio storico (Bianchini *et al.*, 2017). La necessità di rispettare l'irregolarità geometrica delle architetture storiche ha portato alcune linee di ricerche ad integrare la modellazione BIM con superfici NURBS (*Non Uniform Rational Basis-Splines*) che, poi, sfruttando l'interoperabilità tra i diversi *output*, vengono importate in ambiente BIM per essere parametrizzate ed arricchite da informazioni (Banfi, 2019; Murphy *et alii*, 2021).

Ulteriore questione cruciale nella modellazione HBIM è la valutazione dell'aderenza della restituzione tridimensionale all'opera architettonica. L'aporia tra la standardizzazione e tipizzazione propria del BIM e l'unicità del patrimonio costruito (spesso realizzato in epoca pre-industriale), infatti, rende fondamentale dichiarare quale sia l'affidabilità della rappresentazione, in termini di deviazione tra il modello e la nuvola di punti, calco dell'elemento architettonico (Maiezza e Tata, 2023).

In ambiente BIM, la modellazione degli elementi architettonici non si limita all'aspetto geometrico, ma include anche l'apparecchiatura costruttiva, gli impianti, ecc, la cui conoscenza, nel caso del patrimonio esistente, si basa sulla ricerca archivistico-documentale, sull'analisi critica dell'edificio, sulle indagini diagnostiche, ecc. Come si vedrà, in ambito strettamente catastale entrano in gioco anche altre fonti di informazione ed altri tematismi rappresentativi, ma restano le stesse problematiche a livello metodologico.

L'avanzare dello studio porterà ad un progressivo aumento della conoscenza dell'edificio esistente; tuttavia, a differenza dei fabbricati di nuova costruzione, non è detto che si giunga ad una conoscenza completa di tutti gli aspetti. Questo comporta che, anche a conclusione del processo di studio, si possano avere delle

lacune, ad esempio nella conoscenza dell'apparecchiatura costruttiva, con conseguenti *Level of Development*² non omogenei per tutti i componenti dell'edificio.

A fianco del tema della modellazione, l'applicazione del processo BIM al costruito esistente richiede delle specifiche riflessioni anche sulla creazione e gestione delle informazioni collegate al modello.

L'organizzazione del *database* e delle informazioni in esso contenute diviene, quindi, un aspetto essenziale all'interno della realizzazione di modelli BIM per gli edifici esistenti (Inzerillo *et alii*, 2016). Rappresentazione tridimensionale e strutturazione del *database* sono due aspetti strettamente correlati tra loro e devono svilupparsi di pari passo affinché il processo HBIM si rilevi operativamente utile alla documentazione e alla gestione del costruito esistente (Brusaporci e Maiezza, 2016; Bruno & Roncella, 2019).

2 | IL BIM E LE BANCHE DATI CATASTALI: STATO DELL'ARTE

Le banche dati catastali contengono generalmente due diverse macrotipologie di dati geometrico-dimensionali:

- 1) rappresentazione del territorio suddiviso in unità elementari, a cui possono essere associate informazioni di vario tipo, nel caso italiano costituita dall'archivio cartografico, in cui il territorio è suddiviso in "particelle"
- 2) rappresentazione dei manufatti (che può teoricamente andare da una descrizione testuale alle più elaborate elaborazioni informatiche 2D e 3D), nel caso italiano costituito essenzialmente dall'archivio delle planimetrie.

Mentre vi è ampia letteratura scientifica, anche in Italia, sulla rappresentazione dei dati territoriali nella cartografia catastale, in particolare mediante i sistemi GIS (*Geographic information system*), anche sulla base delle indicazioni della direttiva INSPIRE,³ il tema della rappresentazione dei manufatti finalizzati alle possibili evoluzioni delle banche dati catastali con le nuove tecnologie è quasi del tutto assente nel panorama scientifico italiano e presente a livello internazionale nella ricerca ma di fatto senza concrete applicazioni. La maggior parte della produzione scientifica in tale ambito, vista la difficoltà data dalle differenze tra le normative nazionali, che richiederebbe l'elaborazione di modelli *ad hoc* per i singoli stati, fa generalmente riferimento agli *standard* internazionali, in particolare il *Land Administration Domain Model* (LADM) per i dati catastali e IFC (*Industry Foundation Classes*)⁴ per la rappresentazione mediante il BIM.

Nel seguito viene dapprima introdotto lo *standard* LADM, per poi presentare lo stato dell'arte delle applicazioni della rappresentazione tridimensionale al catasto e della ricerca relativa alle possibili applicazioni del BIM al catasto, in riferimento allo *standard* descritto e/o ai sistemi giuridico-amministrativi in alcuni stati.

2.1 | Il catasto e lo standard LADM

Il governo del territorio comporta l'interazione di diversi ambiti disciplinari, talvolta molto lontani tra loro, dovendo ricordare aspetti giuridico-amministrativi, tecnico-scientifici, economici, ecc. Tra gli aspetti tecnico-scientifici riguardanti la conoscenza del territorio, è fondamentale una rappresentazione della

² Si vedano i paragrafi 1.1 e 3.2 per approfondimenti.

³ Acronimo di Infrastructure for SPatial InfoRmation in Europe, è la Direttiva Europea 2007/2/CE, entrata in vigore il 15 maggio 2007, che istituisce un'infrastruttura per l'informazione territoriale nella Comunità europea.

⁴ Modello finalizzato a descrivere i dati dell'edilizia e dell'industria delle costruzioni.

morfologia del terreno e degli oggetti naturali ed antropici collocati su di esso che costituisca una base spaziale sulla quale poter inserire infinite tipologie di dati tematici. Dal punto di vista giuridico-amministrativo nei vari stati del mondo esistono diverse tipologie di diritti fondiari e i più svariati modelli organizzativi, con competenze sulla gestione del territorio ripartite tra vari enti e livelli di governo, che possono cambiare ed evolversi nel corso del tempo.

Dai primi anni 2000 è emersa a livello internazionale l'esigenza di elaborare un modello di strutturazione dei dati territoriali condiviso. Tale obiettivo, come riportato da Lemmen *et alii* (2015), è stato sostenuto dalla Federazione Internazionale dei Rilevatori (FIG), dal Programma delle Nazioni Unite per gli insediamenti umani (UN-*Habitat*) e dall'Organizzazione delle Nazioni Unite per l'alimentazione e l'agricoltura (FAO), portando alla definizione nel 2012 del *Land Administration Domain Model* (LADM), descritto nello *standard ISO 19152:2012*.

Si tratta di un modello concettuale, non avente finalità prescrittive, ovvero sostituire sistemi esistenti, ma descrittive, per fornire un linguaggio comune che consenta ai vari sistemi tecnico-geometrici e giuridico-amministrativi di comunicare tra loro.

Nel seguito, facendo riferimento alla norma stessa e a Lemmen *et alii* (2015) e Deidda *et alii* (2016), viene sinteticamente descritto il modello, che nasce con due obiettivi:

- fornire una base estensibile per sviluppare e perfezionare i sistemi di amministrazione del territorio (comprendendo elementi sulla terra e sull'acqua, nonché sopra e sotto la superficie della terra)
- consentire alle parti coinvolte, sia all'interno di un paese che tra paesi diversi, di comunicare, sulla base del vocabolario condiviso, ovvero definendo un'ontologia.

A livello metodologico, una volta fissati gli obiettivi e l'ambito, è necessario individuare i requisiti, che partono dalla fondamentale associazione dei tre elementi "oggetto", "soggetto" e "diritti" (del soggetto sull'oggetto), costituenti un *continuum* di diritti fondiari, integrata con altri requisiti, tra cui i principi di trasparenza ed autenticità delle fonti, la conservazione delle informazioni storiche (versioni storiche di oggetti e diritti), la possibilità di gestire differenti tipi di organizzazione e la qualità dei dati, legata a requisiti tecnici. L'implementazione del LADM può essere infatti eseguita in modo flessibile, adattandosi alle situazioni locali. Eventuali implicazioni legali che interferiscano con le leggi nazionali sull'amministrazione fondiaria non rientrano nell'ambito del modello.

Sulla base di tali requisiti, facendo riferimento allo *standard UML*,⁵ viene quindi definito un modello astratto e concettuale con quattro pacchetti (i *package* "Party", "Administrative", "Spatial Unit" e il *sub-package* "Representation and Survey"), all'interno dei quali sono definite un certo numero di classi.⁶

⁵ Usato in ingegneria del software, l'Unified Modeling Language (UML), "linguaggio di modellizzazione unificato", è un linguaggio di modellazione e di specifica basato sul paradigma orientato agli oggetti. Per approfondimenti si rinvia alla letteratura di settore.

⁶ Le classi definiscono dei tipi di dato, permettendo la creazione di oggetti aventi le caratteristiche definite nella classe, che è composta da attributi, ovvero variabili e/o costanti che definiscono le caratteristiche o proprietà degli oggetti appartenenti alla classe, e metodi, ovvero procedure che operano sugli attributi. Per specifici approfondimenti, che esulano dall'ambito del presente lavoro, si rinvia all'ampia letteratura disponibile sulla "programmazione ad oggetti".

Le relazioni tra le classi sono rappresentate nel diagramma nel Grafico 1.

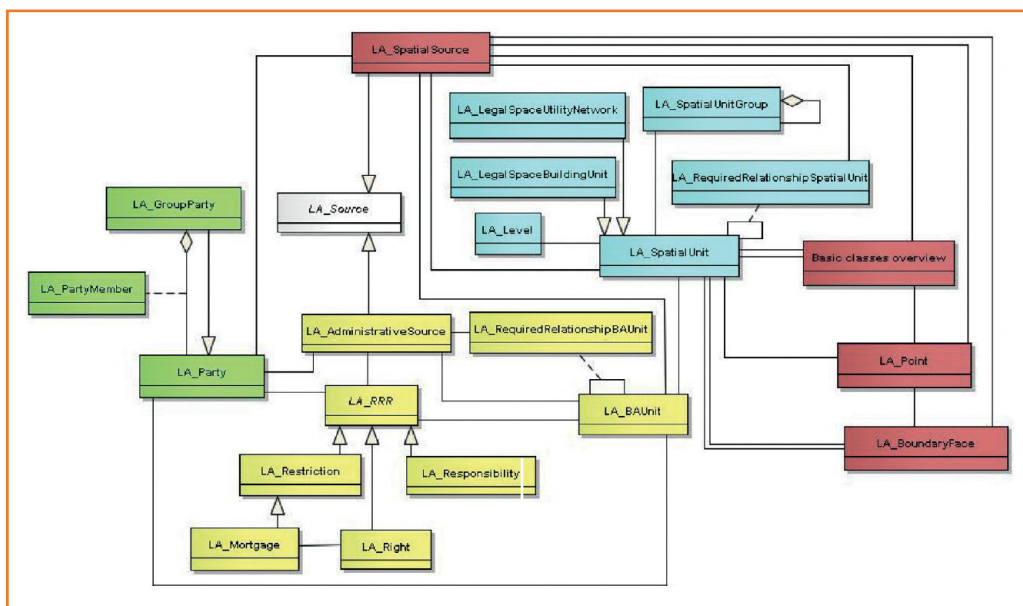


Grafico 1 - Standard Land Administration Domain Model – LADM. Rappresentazione del diagramma delle classi UML comprese nei package “Party”, in verde, “Administrative”, in giallo, “Spatial Unit”, in celeste e sub-package “Representation and Survey”, in rosso - **Fonte:** Lemmen et alii, 2016

Il package “Party” (“parte in causa”, “soggetto”) comprende la classe principale *LA_Party* e una serie di classi derivate, come ad esempio *LA_GroupParty*, che rappresenta un gruppo di soggetti. Una Parte è una persona o un’organizzazione che svolge un ruolo in una transazione di diritti, ad esempio in qualità di proprietario, conduttore, usufruttuario, e può essere un soggetto singolo o un gruppo di soggetti, a cui il singolo è legato da una relazione di appartenenza che può essere rappresentata da un’istanza della classe *LA_PartyMember*. Le classi principali del package “Administrative” (“dati amministrativi”) sono *LA_RRR* e *LA_BAUnit*. La sigla “RRR” sta per “Rights, Restrictions and Responsibilities”, ovvero “diritti, limitazioni e responsabilità”, che comprendono qualunque tipo di relazione che un soggetto può avere con un’unità spaziale dal punto di vista amministrativo. Derivano da questa classe astratta le subclasses concrete *LA_Right*,⁷ *LA_Restriction*,⁸ *LA_Responsibility*.⁹ Per la necessaria generalità di applicazione del modello, esistono, ad esempio, gli attributi “timeSPEC”, che specifica determinati archi temporali di validità del diritto (es. diritto di attraversare una proprietà con le greggi in una certa stagione), anche espressi in termini vaghi (es. “subito dopo la fine della stagione delle piogge”), “amount”, che quantifica l’ammontare del mutuo, o “ranking”, che stabilisce l’ordine di priorità per immobili gravati da ipoteche.

Una *LA_BAUnit* (abbreviazione di “basic administrative unit”) è un’entità amministrativa costituita da zero,

⁷ “Diritto”, ovvero azione, attività o classe di azioni che un partecipante al sistema può eseguire su o utilizzando una risorsa associata. (es. proprietà, locazione, possesso, uso); i diritti possono sovrapporsi o essere in disaccordo.

⁸ “Limitazione”, ovvero diritto statale o non statale ad astenersi dal fare qualcosa (es. non è consentito costruire entro una certa distanza da una stazione di rifornimento), oppure servitù o ipoteca (classe *LA_Mortgage*).

⁹ “responsabilità”, ovvero obbligo formale o informale di fare qualcosa.

una o più unità spaziali (particelle) a cui sono associati uno o più diritti (ad esempio un diritto di proprietà o un diritto di uso del suolo), responsabilità o restrizioni unici ed omogenei (es. un'unità immobiliare di base con due unità spaziali, quali appartamento e *garage*). Una "BAU" può svolgere il ruolo di "party", perché può godere di un diritto di servitù su un'altra unità spaziale, e potrebbero esserci relazioni tra BAUnit.

Ad ogni istanza è associata una fonte documentale di carattere amministrativo (LA_AdministrativeSource) o geometrico-spaziale (LA_SpatialSource).

Il package "Spatial Unit" riguarda le classi LA_SpatialUnit, LA_SpatialUnitGroup, LA_Level, LA_LegalSpace Network, LA_LegalSpace-BuildingUnit e LA_RequiredRelationshipSpatialUnit. Una "unità spaziale" può essere rappresentata come un testo ("da questo albero a quel fiume"), un punto (o multipunto), una linea (o multilinea), che rappresenta una o più aree di terra (o acqua) o uno o più volumi di spazio. Le unità spaziali sono strutturate in modo da supportare la creazione e la gestione di unità amministrative di base. Un "livello" è un insieme di unità spaziali con una coerenza geometrica e/o topologica e/o tematica. Un'unità spaziale può essere rappresentata con un numero variabile di dimensioni (l'attributo "dimension" può assumere i valori da "0D" a "3D") e può essere definita tramite i suoi confini rappresentati in 2D (es. confini tra terreni) o in 3D (es. fra i volumi di edifici). Il tema della rappresentazione 3D è evidentemente di particolare interesse nel presente studio, per le relazioni con le ipotesi di utilizzo della metodologia BIM.

Il package "Spatial Unit" comprende il sub-package "Representation and Survey" con classi come LA_SpatialSource, LA_Point, LA_BoundaryFaceString e LA_BoundaryFace. I punti possono essere acquisiti sul campo con qualunque metodo di rilievo (strumenti "classici", fotogrammetria, nuvole di punti, ecc.) e, in ogni caso, in base al principio della trasparenza, il rilievo è documentato e l'insieme delle misurazioni e osservazioni costituiscono attributi della già citata classe LA_SpatialSource.

Tutte le classi (tranne LA_Source) sono connesse alla classe trasversale VersionedObject, contenente etichette di qualità e attributi per la gestione della cronologia, che rappresenta le funzionalità comuni a tutti gli oggetti che hanno un tempo di vita limitato, permettendo la storicizzazione delle informazioni, requisito di base del modello.

2.2 | Modelli e applicazioni di Catasto 3D

Il tema dell'inserimento delle rappresentazioni tridimensionali degli immobili nel catasto è una delle premesse alle applicazioni del BIM al catasto, *focus* del presente lavoro. Si tratta di un'istanza emersa in ambito scientifico da almeno tre decenni, considerandola connessa con i modelli tridimensionali elaborati con le moderne applicazioni informatiche. In effetti una delle premesse più diffuse negli studi pubblicati sulle relazioni tra BIM e Catasto è che in sempre più casi concreti ci sarebbe la necessità di descrivere con modelli tridimensionali fabbricati in cui disegni in 2D ed elementi testuali sono insufficienti per rappresentare in modo chiaro e univoco le componenti caratteristiche del catasto, essenzialmente riconducibili agli elementi della classe LA_RRR (diritti, limitazioni e responsabilità) del modello LADM, in relazioni ad unità spaziali e soggetti. Certamente si tratterebbe di uno dei problemi degli attuali sistemi catastali che verrebbero risolti utilizzando il BIM, che lavora su modelli tridimensionali, ma si rileva che non c'è bisogno del BIM per realizzare rappresentazioni tridimensionali dell'architettura: sono sufficienti modelli tridimensionali realizzati con qualunque tecnologia. Risulta quindi utile, come ulteriore premessa e parte integrante della *review*, richiamare l'evoluzione degli studi e delle, in realtà poche, concrete applicazioni della rappresentazione tridimensionale al catasto in vari contesti a livello internazionale.

Stoter e van Oosterom (2005) hanno individuato tra i fattori di aumento dell'interesse per la registrazione

catastale in 3D l'aumento di elementi infrastrutturali costruiti con geometrie complesse, quali tunnel, condotte, ma anche parcheggi sotterranei, centri commerciali ed edifici multipiano con geometrie variabili e, come fattore tecnologicamente abilitante, il crescente uso dell'approccio tridimensionale nei sistemi di informazione geografica, di pianificazione e di rilevamento. A livello metodologico hanno individuato tre diversi modelli concettuali per un catasto 3D (con diverse alternative):

- 1)** Catasto "full 3D", in cui si possano iscrivere i diritti dei soggetti esplicitamente sui volumi, o combinando "infinite parcel columns" e "volume parcels", o supportando solo i lotti delimitati in tre dimensioni (lotti di volume)
- 2)** Catasto "ibrido", con registrazione generalizzata di lotti 2D e registrazione aggiuntiva di spazi legali o oggetti fisici in 3D
- 3)** Etichette/avvisi amministrativi 3D collegati alle particelle nella tradizionale registrazione catastale in 2D.

Lo studio arriva alla conclusione che il miglior approccio per la realizzazione di un catasto 3D è un catasto "full 3D", combinato con le "infinite parcel columns", che ha il vantaggio di avere un forte legame con la tradizionale registrazione 2D, presente nella maggior parte degli stati, in quanto le particelle rappresentate con i confini 2D sarebbero ancora supportate e si manterrebbe la mappa di base, mentre, nel contempo, sarebbe possibile inserire "volume parcels" non più correlate alla superficie. Già nello studio di Stoter e van Oosterom (2005) sono citati primi esempi di possibilità di inserimento di oggetti 3D nel catasto in Norvegia, Svezia, Columbia Britannica (Canada) e Queensland (Australia), a cui si potrebbero aggiungere progetti e studi in vari anni, come in Russia (Vandysheva *et alii*, 2011) e Repubblica Ceca (Janečka e Souček, 2017).

Il caso del Queensland è stato ampiamente analizzato da Karki (2013), che propone un'indagine sulle principali questioni sia giuridico-istituzionali che tecniche relative agli sviluppi del catasto 3D in Australia e, in particolare, in Queensland. In tutti gli ordinamenti australiani analizzati, il *digital cadastral database* (DCDB), banca dati digitalizzata dell'amministrazione del catasto, è un *database* 2D ed è in grado di archiviare solamente dati 2D. Tuttavia l'autore rileva che nel Queensland i disegni isometrici dovevano essere presentati con tutte le planimetrie in formato volumetrico. L'altitudine o le altezze relative sono mostrate sui vertici di tutti i disegni isometrici. Al momento in cui è stato redatto l'articolo, per gli oggetti 3D, non essendo inseriti nella banca dati catastale digitale, non venivano effettuate le operazioni automatizzate di validazione, per cui i relativi controlli venivano eseguiti manualmente. In Figura 1 si può vedere un esempio di tali rappresentazioni. Pur essendo carente dal punto di vista della digitalizzazione, si tratta di un interessante esempio di utilizzazione della rappresentazione tridimensionale nel catasto, inserito nella legislazione.

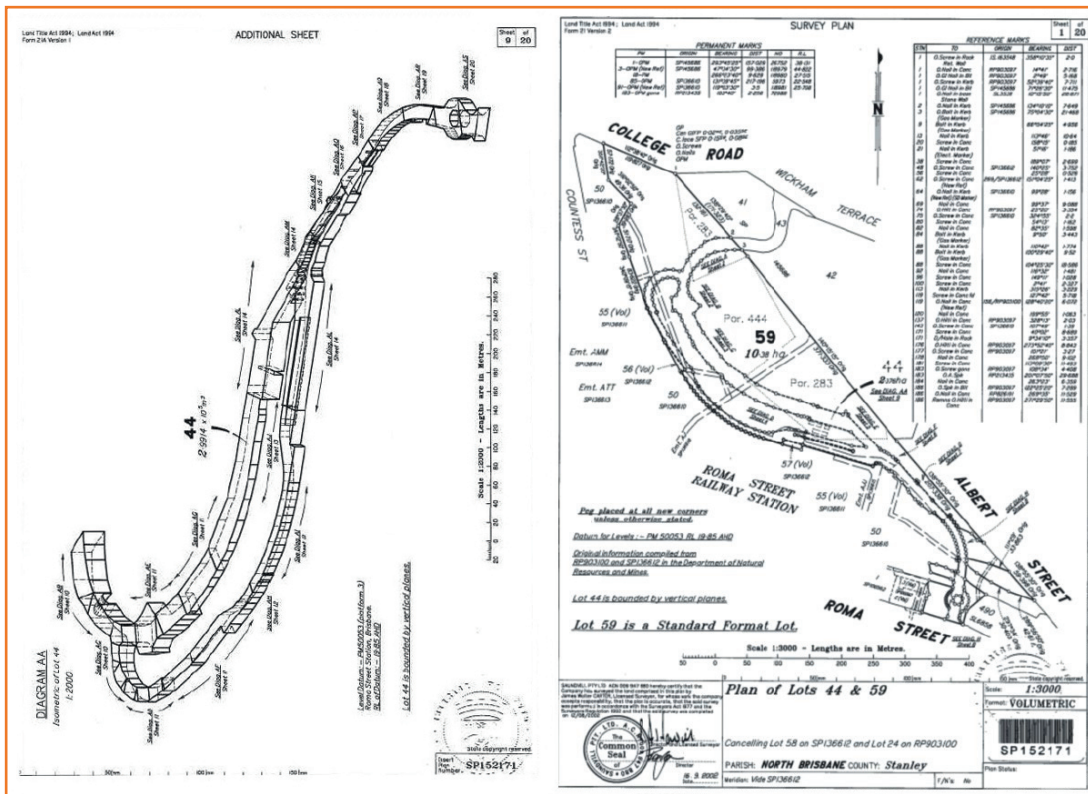


Figura 1 - Esempio di rappresentazione 3D nel catasto del Queensland in Australia - Fonte: Karki, 2013

Garcia *et alii* (2011) mostrano come lo sviluppo del Catasto 3D in Spagna fosse già a livello avanzato, anche dal punto di vista informatico, nel 2011, tuttavia si tratta essenzialmente di rappresentazione cartografica, non comprendente l'articolazione degli spazi interni, quindi non prodromica alle possibili applicazioni del BIM. Di maggiore interesse per gli obiettivi della presente indagine è l'esperienza trentina: Fronza *et alii* (2013) presentano l'applicazione informatica Docfa 4, introdotta per l'aggiornamento delle unità immobiliari nella Provincia autonoma di Trento nel 2013, che consente di consegnare una rappresentazione geometrica corredata da altri dati descrittivi, da cui è possibile ottenere una rappresentazione tridimensionale del fabbricato e delle unità immobiliari, arrivando fino al dettaglio dei singoli vani. Nello studio viene testata la generazione automatica di modelli 3D, a partire dai dati forniti dal Docfa 4, secondo lo *standard CityGML*.¹⁰ Più complesso ed avanzato dal punto di vista della visualizzazione digitale di un modello è il "prototipo" descritto da Stoter *et alii* (2016), che presentano la prima registrazione catastale 3D dei diritti di proprietà multilivello nei Paesi Bassi, realizzata nel marzo 2016. Si tratta di una soluzione trovata all'interno dell'esistente quadro catastale e legale, anche con l'obiettivo di favorire un'evoluzione del sistema in futuro, sulla base dell'esperienza pratica. Il caso catastale 3D presentato è la nuova struttura combinata del municipio e della stazione della metropolitana nella città di Delft. Il complesso contiene il nuovo municipio, la stazione ferroviaria, i binari della metropolitana e il tunnel ferroviario, diversi impianti tecnici nonché il

¹⁰ Modello che si propone di unire GIS e BIM, citato anche nella Direttiva INSPIRE, nella sezione Building (European Commission, 2013).

parcheggio sotterraneo per biciclette, che coinvolgevano sei diversi soggetti titolari di diritti, che potevano risultare pienamente comprensibili solo con una rappresentazione tridimensionale visualizzabile e, quindi, consultabile, come tale. La soluzione scelta è stata la realizzazione di un modello 3D in BIM, pur non sfruttando tutte le potenzialità del BIM, con le coordinate del sistema di riferimento nazionale che indicano l'ubicazione del complesso, utilizzato sia per l'atto che per l'aggiornamento dei Registri immobiliari e del Catasto, con una visualizzazione interattiva in formato PDF del modello tridimensionale, in cui erano evidenziate le singole unità su cui erano costituiti i diritti. La Figura 2 mostra il modello, che si può visualizzare in modo interattivo dal *link* indicato.

Importante novità, ad esempio rispetto caso presentato da Karki (2013), è che il modello 3D interattivo è pienamente inserito nella banca dati digitale del Catasto ed è, quindi, consultabile dagli utenti in quanto tale e, cliccando sugli oggetti, si possono visualizzare gli indici 3D e i proprietari dei volumi.

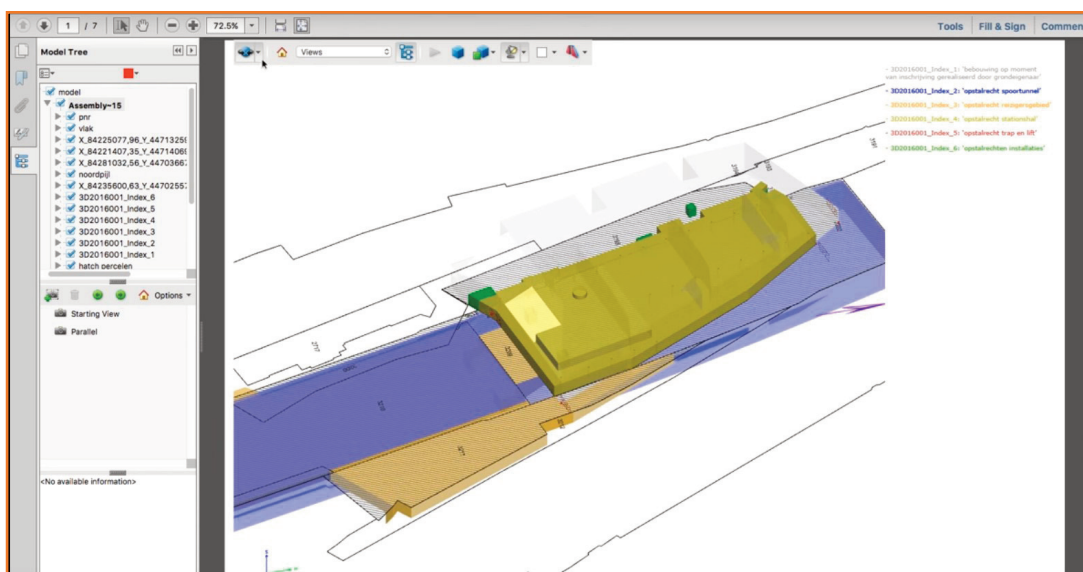


Figura 2 3D PDF, documento ufficiale che visualizza i diritti di proprietà multilivello in 3D. Riguarda il municipio e stazione ferroviaria di Delft (Paesi Bassi).

Il modello 3D interattivo può essere visualizzato nel seguente link <https://www.youtube.com/embed/vFMoH-2r7xo> - Fonte: Stoter et alii (2016)

Come si è visto, diversi paesi hanno sviluppato procedure e prototipi per la registrazione delle “RRR” su unità immobiliari 3D, ma è evidente che, come sottolineato anche da Gkeli *et alii* (2021), si è molto lontani da una gestione tridimensionale del catasto, che ha la caratteristica intrinseca di essere una banca dati estesa generalmente a tutto il territorio e a tutte le proprietà, con metodi tecnici e ipotesi di strutture giuridiche realmente accettabili ed applicabili alla generalità dei casi, qualora si ritenga opportuna una tale scelta da parte dei competenti *policy maker*.

2.2 | BIM e catasto secondo lo *standard LADM*

Dopo aver presentato sinteticamente la metodologia BIM, in particolare in riferimento alle applicazioni sul costruito e al graduale inserimento nella normativa, nel capitolo 1 e aver introdotto lo *standard* internazionale LADM per trattare i dati catastali e alcune prime applicazioni della rappresentazione

tridimensionale al catasto, nel seguito vengono descritte le soluzioni proposte in ambito scientifico per applicare il BIM all'ambito catastale.

Gkeli *et alii* (2021), partendo dalla opportunità/necessità della rappresentazione tridimensionale in molti casi catastali concreti, ritengono il *Building Information Model* (BIM) indiscutibilmente uno degli approcci digitali 3D più completi e intelligenti in grado di rappresentare e gestire edifici con strutture composite e consentire la comunicazione tra *stakeholder* con diversi *background*. La realizzazione di una piena interoperabilità rende necessario seguire *standard* riconosciuti, tra cui IFC, consentendo la comunicazione e lo scambio di informazioni sull'edificio attraverso diverse piattaforme. L'integrazione dello *standard* BIM/IFC e LADM può fornire un prezioso *input* al catasto 3D, consentendo di acquisire un quadro più chiaro riguardo alle proprietà RRR, senza tralasciare i vantaggi della creazione di legami con i GIS. Questa visione è rafforzata dal fatto che, al giorno d'oggi, la tecnologia BIM è lo strumento più utilizzato per la progettazione, quindi sono disponibili numerosi modelli BIM che potrebbero essere utilizzati come base per la costruzione di un catasto 3D. I dati catastali potrebbero facilmente essere estratti sia dai BIM *as-design* che da quelli *as-built* disponibili.⁸⁹⁷

A livello metodologico, Gkeli *et alii* (2021) propongono di seguire tre fasi per realizzare un catasto 3D:

- la fase legislativa, fondamentale perché, senza la definizione giuridica delle proprietà 3D, il catasto, i rilievi e la registrazione di oggetti e diritti 3D sarebbero privi di significato
- la fase istituzionale, che comprende le autorità e i compiti della registrazione pubblica e la mappatura delle istituzioni per la registrazione 3D, che indica quali informazioni sono necessarie, la loro struttura e le procedure per la registrazione, l'archiviazione e la consultazione
- la fase tecnica, che riguarda le modalità di integrazione delle informazioni spaziali 3D delle unità immobiliari con i catasti esistenti.

In verità si potrebbe ipotizzare di invertire l'ordine delle fasi proposte, partendo dalla ricerca delle soluzioni tecniche adeguate, rendendo poi applicabili le soluzioni mediante procedure istituzionali gestite dagli enti preposti, ovvero rendere le banche dati catastali in grado di "ospitare" modelli BIM, pur non obbligatori. Già tale fase renderebbe necessario qualche intervento legislativo, che diventerebbe, invece, fondamentale per stabilire eventuali obblighi, che, tuttavia, potrebbero anche rimanere circoscritti ad alcuni casi individuati. Tra gli obiettivi delle ricerche nel settore, al momento più concentrate sulla fase tecnica, c'è l'integrazione nei modelli 3D, ipotizzati per il catasto, anche di altre informazioni, quali dati su energia, inquinamento atmosferico, mobilità, e temperatura, integrazione che sarebbe certamente più immediata con tecnologia BIM.

Per valutare correttamente i vantaggi dell'implementazione di un catasto 3D basato sul BIM, è necessario, secondo le considerazioni di Gkeli *et alii* (2021), valutare il rapporto costi-benefici, poiché i modelli disponibili sono molto dispendiosi, sia in termini di tempi di implementazione che di costi da sostenere. Ellul *et alii* (2016) presentano un approccio di *crowdsourcing* per raccogliere informazioni sulla situazione della proprietà fondiaria e immobiliare, mediante un'applicazione *web* che consente all'utente la generazione di modelli di edifici 3D attraverso una modellazione automatizzata mediante un algoritmo. All'utente viene chiesto di digitalizzare i confini della propria unità immobiliare sulla mappa di base disponibile e queste informazioni vengono elaborate insieme ad altri dati geometrici (come ad esempio l'altezza, il piano dove è situato l'immobile, ecc.). Tale approccio tuttavia potrebbe essere adatto, come nel caso di studio, a situazioni in cui è necessario realizzare un vero e proprio impianto del catasto e, tra l'altro, presenta un livello di dettaglio della rappresentazione molto basso e non compatibile con la legislazione di molti stati, tra cui l'Italia, in cui, si ricorda, l'aggiornamento del catasto è di fatto da decenni mediante *crowdsourcing*, pur rispondendo ad un obbligo normativo.

Andritsou *et alii* (2022) propongono un'applicazione pratica, compatibile con la legislazione catastale greca, con l'elaborazione di un modello BIM a partire dagli elaborati grafici già a disposizione della Pubblica Amministrazione, la creazione di un *database* basato sullo *standard* LADM applicato alla legislazione greca e la loro integrazione con un modello GIS, importando i *file* IFC. Nel modello sono stati inseriti i dati RRR, categorizzati in unità immobiliari private, parti comuni ed aree esterne.

Hendriatiningsih *et alii* (2019) propongono un'applicazione su una unità immobiliare in Indonesia di un intero processo di rilievo mediante *Laser Scanner*, con la realizzazione del modello BIM, comprendente le geometrie, i materiali, l'arredamento, ecc., a partire dalle nuvole di punti e il calcolo della tassazione sull'immobile, riflettendo sulle informazioni e i livelli di dettaglio necessari al fine del calcolo della tassazione.

Petronijević *et alii* (2021) si concentrano su come utilizzare modelli BIM in formato IFC come fonte di dati per un catasto tridimensionale basato sullo *standard* LADM: è necessario implementare lo *standard* di dati introducendo le geometrie necessarie per la registrazione in catasto, ovvero i "confini legali", che non necessariamente coincidono con i limiti fisici, da aggiungere ai molti dati geometrici ed informativi già presenti nel modello. Ad esempio, qualora il confine tra due proprietà sia individuato nella linea centrale del muro divisorio, sarà necessario introdurre questa superficie (o linea in una rappresentazione planimetrica) nel modello. Inoltre gli Autori rilevano che per il catasto è solitamente di interesse il solo modello *as-built*, potendo trascurare le precedenti fasi di progettazione. Sull'estensione del formato IFC viene rilevata la necessità di una standardizzazione, da preferire all'elaborazione di linee guida per l'estrazione dei dati dai modelli, che dovrebbero essere continuamente aggiornate.

Si rileva, a tal proposito, che, nelle concrete applicazioni, oltre alla definizione di uno *standard* di carattere tecnico, una uniformità di applicazione all'intero patrimonio immobiliare richiederebbe specifiche prescrizioni legislative.

Sun (2022) esplora le possibilità di integrazione tra BIM e 3D GIS per la costruzione di un catasto tridimensionale, valutando aspetti legali, tecnici, organizzativi e legati alla registrazione al catasto. Nello studio vengono effettuate valutazioni sulla qualità dei dati geometrici dei modelli BIM, e una proposta di integrazione tra BIM e 3D GIS basata sugli *standard* City GML, LADM e IFC. Viene inoltre analizzato il ruolo degli *stakeholder* nelle varie fasi del processo, in un'ottica di urbanistica sostenibile.

Infine, nel panorama scientifico italiano, si rileva l'ipotesi di un "Catasto del Futuro" da costituire mediante il BIM, auspicata da Osello e Ugliotti (2017) e Osello *et alii* (2018), a partire da una sperimentazione sugli edifici pubblici della città di Torino, dove questioni specifiche relative agli aspetti normativi e alle procedure catastali sono solo accennate.

3 | BIM E CATASTO ITALIANO: LINEE DI RICERCA

Dopo aver presentato, nel panorama internazionale, le principali sperimentazioni concrete sul catasto tridimensionale e i più recenti studi sulle possibili applicazioni della metodologia BIM al Catasto, con riferimento allo *standard* LADM, il presente capitolo si concentra sulle possibili linee di ricerca relative al Catasto italiano.

3.1 | BIM e Catasto italiano: il fabbricato

Come si è visto trattando lo *standard* internazionale LADM, componente fondamentale di una banca dati catastale è l'unità spaziale di riferimento (*LA_SpatialUnit*), nel Catasto italiano corrispondente alla particella

per il Catasto Terreni¹¹ e all'unità immobiliare per il Catasto Fabbricati,¹² nato come evoluzione del Nuovo Catasto Edilizio Urbano.¹³ Recentemente è stata implementata la nuova base dati catastale, denominata "Archivio dei Fabbricati", per la cui trattazione si seguirà lo studio di Leone *et alii* (2021), a cui si rinvia per approfondimenti. L'unità inventariale della nuova base dati è il "fabbricato", che si ritiene possa essere l'unità spaziale di riferimento per gli studi sull'applicazione del BIM al catasto italiano. Ciò anche considerando che tra gli obiettivi del nuovo archivio c'è l'opportunità offerta dalla nuova entità logica "fabbricato" come collettore delle informazioni geometrico-grafiche ed amministrative per la gestione del patrimonio edilizio, a vantaggio di tutte le amministrazioni coinvolte e, quindi, dei cittadini.

In fase di primo impianto, l'Archivio dei Fabbricati è stato costruito scegliendo i dati da inserire combinando ed integrando quelli disponibili nelle banche dati e negli atti di aggiornamento del catasto, cercando di implementare il massimo contenuto informativo da essi ricavabile, anche nella prospettiva di un aggiornamento automatico. L'articolo 2 del citato DM n. 28/98 definisce l'unità immobiliare come:

"[...] porzione di fabbricato, o un fabbricato, o un insieme di fabbricati ovvero un'area che, nello stato in cui si trova e secondo l'uso locale, presenta potenzialità di autonomia funzionale e reddituale [...]"

Più recentemente con la Circolare n. 2/E del 1° febbraio 2016 dell'Agenzia delle entrate¹⁴ sono state introdotte le "entità tipologiche", fornendo nuovi elementi informativi da associare al fabbricato.

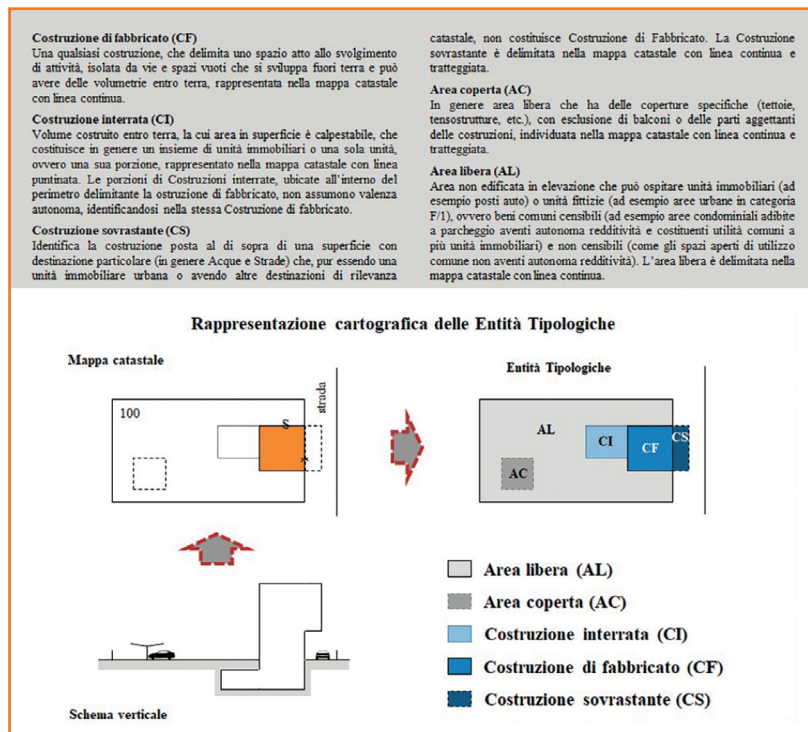


Figura 3 Definizione e rappresentazione cartografica delle entità tipologiche, definite dalla Circolare n. 2/E del 1° febbraio 2016 dell'Agenzia delle entrate ù

Fonte: Leone *et alii*, 2021

¹¹ Istituito dalla cd. "legge Messedaglia" nel 1886, attualmente normato dal Regio decreto 8 ottobre 1931, n. 1572, recante l'"Approvazione del testo unico delle leggi sul nuovo catasto", e regolato dal Regio decreto 08 dicembre 1938, n. 2153 "Approvazione del regolamento per la conservazione del nuovo catasto dei terreni.

¹² Istituito dall'articolo 9 del decreto-legge 30 dicembre 1993, n. 557, recante ulteriori interventi correttivi di finanza pubblica per l'anno 1994 convertito, con modificazioni, dalla legge 26 febbraio 1994, n. 133, e regolato dal decreto del Ministero delle Finanze 2 gennaio 1998, n. 28 "Regolamento recante norme in tema di costituzione del catasto dei fabbricati e modalità di produzione ed adeguamento della nuova cartografia catastale".

¹³ La "formazione" del Nuovo Catasto Edilizio Urbano fu disposta dal regio decreto-legge 13 aprile 1939, n. 652, convertito dalla legge 11 agosto 1939, n. 1249, s.m.i.; il relativo regolamento di attuazione è stato approvato con decreto del Presidente della Repubblica 1° dicembre 1949, n. 1142. Il NCEU è entrato in "conservazione" su tutto il territorio nazionale dal 1° gennaio 1962.

In Figura 3 sono riportate le definizioni delle entità tipologiche, con una rappresentazione grafica esplicativa. In particolare, la “Costruzione di fabbricato” è definita come:

“Una qualsiasi costruzione, che delimita uno spazio atto allo svolgimento di attività, isolata da vie e spazi vuoti che si sviluppa fuori terra e può avere delle volumetrie entro terra, rappresentata nella mappa catastale con linea continua.”

| FABBRICATO | | | |
|----------------------|---|----------------------------------|--|
| Attributi PROPRI (P) | | Attributi DERIVATI (D) | |
| GENERALI (G) | P.G.0 Coordinate | FUNZIONALI (F) | D.F.1 Destinazione d'uso prevalente (%) |
| | P.G.3 Numero di entità tipologiche per tipo | | D.F.2 Presenza di impianti sportivi comuni |
| EDILIZI (E) | P.E.1 Anno di costruzione | CENSUARI (C) | D.C.0 Valenza catastale |
| | P.E.2 Presenza ascensore | | D.C.1 Numero totale di unità presenti (anche in parte) |
| | P.E.3 Genere Edilizio | | D.C.2 Numero di unità (anche in parte) per categoria catastale |
| | P.E.4 Qualità costruttiva | | D.C.3 Superficie catastale totale per categoria |
| | P.E.5 Tipologia costruttiva | | D.C.4 Rendita catastale totale |
| | P.E.6 Stato di conservazione | | D.C.4 Rendita catastale totale per categoria |
| | P.E.7 Presenza di porzioni eterogenee per caratteristiche edilizie | | D.C.4 Indirizzi |
| | P.E.8 Presenza di vincoli di interesse, culturali, storico, artistico, ecc. | | |
| DIMENSIONALI (D) | P.D.1 Superficie di ingombro a terra | ATTRIBUTI DI SERVIZIO (S) | |
| | P.D.2 Numero massimo di piani fuori terra | | |
| | P.D.3 Numero massimo di piani entro terra | S.4 Stato inventariale | |
| | P.D.4 Numero massimo di piani totale | | |
| | P.D.5 Altezza netta media dei piani fuori terra | | |
| | P.D.6 Altezza massima convenzionale fuori terra | | |
| | P.D.7 Volume convenzionale fuori terra | | |

Tabella 1 - Set di attributi associati al modulo “Fabbricato” nell’Archivio dei Fabbricati dell’Agenzia delle entrate

Fonte: Leone et alii, 2021

Tenendo conto di tutte le definizioni contenute nelle entità tipologiche, con Leone *et alii* (2021) si può affermare che:

“ciascun Fabbricato si articola in una Costruzione di Fabbricato (CF) a cui sono unite eventuali costruzioni interrato (CI) o sovrastanti (CS), ovvero in una costruzione interrato (CI) o una costruzione sovrastante (CS) non unite a costruzioni di fabbricato (CF).” (Leone *et alii*, 2021)

Attualmente le entità tipologiche, come anche i fabbricati censiti nell’archivio, hanno solo rilevanza censuaria, senza corrispondenti geometrie autonomamente gestite nella cartografia catastale. Ai fabbricati sono

associati degli attributi, in particolare 17 attributi “propri” (distinti in generali, edilizi e dimensionali) e 9 attributi “derivati” (distinti in funzionali e censuari), rappresentati in Tabella 1.

Il fabbricato, così definito nel nuovo archivio catastale, si ritiene che possa essere l'oggetto più idoneo per la costruzione e gestione di un modello BIM, da cui, oltre agli elementi geometrici del progetto o rilievo, si possano dedurre i contenuti informativi provenienti da vari enti e soggetti e utili per diverse finalità di carattere amministrativo, strutturale, ambientale, ecc.

Per impostare l'attività amministrativa relativa ai fabbricati sulla base dei citati principi di “interoperabilità” e “*once only*”, ipotizzando quindi che varie amministrazioni possano lavorare sullo stesso modello BIM, ciascuna per i propri profili di competenza, è necessario che la definizione di fabbricato sia condivisa. Nel seguito vengono presentate varie definizioni, per introdurre la complessità e del tema e individuare, quindi, possibili strade da percorrere per giungere ad una soluzione.

A livello internazionale, non si può trascurare la definizione fornita dalla Direttiva INSPIRE per il tema *Building* (European Commission, 2013):

“constructions above and/or underground which are intended or used for the shelter of humans, animals, things, the production of economic goods or the delivery of services and that refer to any structure permanently constructed or erected on its site”.

Nel medesimo documento si fa poi riferimento agli attributi da associare al fabbricato e a vari livelli di dettaglio delle rappresentazioni geometriche, a cui si accennerà nel paragrafo 3.2.

A livello nazionale, si può considerare una prima definizione fornita dalla Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici 23 luglio 1960, n.1820:

“Per fabbricato o edificio si intende qualsiasi costruzione coperta, isolata da vie o da spazi vuoti, oppure separata da altre costruzioni mediante muri che si elevano, senza soluzione di continuità, dalle fondamenta al tetto; che disponga di uno o più liberi accessi sulla via, e possa avere una o più scale autonome”.

Dal punto di vista strutturale è intervenuta sul tema la normativa relativa alle ricostruzioni *post*-sismiche, le cui definizioni hanno recentemente assunto anche rilevanza fiscale con i vari *bonus* edilizi legati al miglioramento della risposta sismica delle strutture, oltre che all'efficientamento energetico. Si assume come riferimento la normativa per la ricostruzione a seguito del sisma “dell'Italia Centrale” del 2016:

“edificio” (formato da una o più unità immobiliari), l'unità strutturale caratterizzata da continuità da cielo a terra per quanto riguarda il flusso dei carichi verticali, delimitata da spazi aperti o da giunti strutturali o da edifici strutturalmente contigui, ma almeno tipo logicamente diversi, quali ad esempio: fabbricati costruiti in epoche diverse; fabbricati costruiti con materiali diversi; fabbricati con solai posti a quota diversi; fabbricati aderenti solo in minima parte; (Sisma 2016 - Testo unico ricostruzione privata)¹⁵

Certamente da considerare, vista la quantità di informazioni, anche storicizzate, associate è la definizione di “edificio” utilizzata a fini statistici dell'ISTAT:

“Edificio: Una costruzione generalmente di concezione ed esecuzione unitaria con le seguenti caratteristiche:

- *dotata di una propria struttura indipendente;*

¹⁴ Recante “Unità immobiliari urbane a destinazione speciale e particolare - Nuovi criteri di individuazione dell'oggetto della stima diretta. Nuove metodologie operative in tema di identificazione e caratterizzazione degli immobili nel sistema informativo catastale (procedura Docfa)”.

¹⁵ Ordinanza 15 dicembre 2022, n. 130, della Presidenza del Consiglio dei Ministri - il Commissario straordinario del Governo ai fini della ricostruzione nei territori interessati dagli eventi sismici verificatisi a far data dal 24 agosto 2016: Approvazione del Testo unico della ricostruzione⁸ privata. (in G.U. n. 20 del 25 gennaio 2023).

- *contenente spazi utilizzabili stabilmente da persone per uso residenziale (alloggi) e/o per la produzione di beni e servizi (uffici, studi, laboratori eccetera);*
- *delimitata da pareti, esterne o divisorie, e da coperture;*
- *dotata di almeno un accesso dall'esterno.” (ISTAT, 2023).*

Per una immediata comprensione dei risvolti pratici del tema di ricerca della definizione di fabbricato, appare utile confrontare la numerosità dei fabbricati: nel 15° Censimento generale della popolazione e delle abitazioni del 2011, ultimo di cui sono al momento disponibili i dati, in cui risultano a livello nazionale circa 14,5 milioni di edifici (ISTAT, 2014), mentre nelle banche dati catastali risultano circa 18 milioni di fabbricati (Camera dei Deputati, 2018).

Tenendo conto di questa problematica, quindi considerando le previste esigenze di dialogo tra diverse banche dati, anche finalizzato a poter accogliere dati rilevati in contesti che partono da diverse definizioni, tra gli attributi edilizi del nuovo “Archivio dei Fabbricati” c'è “presenza di porzioni eterogenee per caratteristiche edilizie”. Come riportato da Leone *et alii* (2021), si è preferito non inserire una ulteriore entità logica “parte del Fabbricato”, sulla quale non si sarebbe potuto prevedere una rilevazione automatica degli aggiornamenti basati sugli atti presentati in Catasto, ma la presenza dell'attributo è un “seme” per tener traccia della presenza di porzioni edilizie potenzialmente indipendenti, per successive analisi.

In effetti, il primo importante tema di ricerca sull'applicazione di modelli BIM al catasto italiano è proprio la definizione dell'unità spaziale per la quale il modello deve essere realizzato, ovvero la definizione del fabbricato. Si può lavorare all'individuazione per i “fabbricati” di unità di base, possibilmente da rinvenire nelle attuali banche dati catastali, in cui c'è un censimento completo ed omogeneo di tutte le unità presenti sull'intero territorio nazionale,¹⁶ che, con diverse aggregazioni, possano portare ad individuare i “fabbricati” secondo le definizioni delle diverse amministrazioni, per poter associare univocamente la grande quantità di dati disponibili.

Secondo tema di ricerca relativo all'applicazione del BIM al fabbricato è evidentemente quello dei contenuti informativi, la cui base qualitativa potrebbe essere costituita dagli attributi già considerati nell'Archivio dei Fabbricati, ovvero le informazioni fornite in base all'attuale normativa negli atti di aggiornamento catastale e, a livello geometrico-grafico, nelle planimetrie delle unità immobiliari e negli elaborati planimetrici.¹⁷ Il tema dei contenuti informativi è strettamente legato ai “livelli di dettaglio”, che saranno trattati nel paragrafo 3.2. Terzo ed ultimo tema di ricerca posto nel presente paragrafo è il ruolo dell'amministrazione del Catasto nella gestione dei modelli informativi. A tal proposito, appare utile considerare la previsione del “fascicolo digitale delle costruzioni” contenuto in una proposta di riforma del Testo unico dell'edilizia,¹⁸ che, da quanto si apprende da fonti di stampa (Oreto, 2023), sarebbe ancora attuale. Tata *et alii* (2022) presentano lo stato dell'arte sul tema del fascicolo del fabbricato, evidenziando le potenzialità del BIM per la creazione di modelli informativi dinamici configurabili come “carta di identità digitale” degli edifici.

¹⁶ Non è questa la sede per approfondire casi “patologici” di edifici non dichiarati o su cui si rilevano difformità rispetto allo stato di fatto. Di maggiore rilevanza l'eccezione delle province autonome di Trento e Bolzano, aventi una gestione autonoma delle proprie banche dati catastali, ma si ritiene che si tratti di un tema di ricerca da “frontare eventualmente in momenti successivi.

¹⁷ L'Elaborato Planimetrico è il disegno in scala del fabbricato (solitamente 1:500 e in alcuni casi 1:200) che raffigura la delimitazione dell'edificio, delle unità immobiliari che lo compongono, delle parti comuni (cortili, centrale termica, ingressi, vani scala, ...) e di porzioni di aree scoperte esclusive o comuni, indicate secondo la loro suddivisione in subalterni.” Ricordiamo che l'elaborato planimetrico è obbligatorio dalla sua introduzione avvenuta con la circolare n. 2 del 20 gennaio 1984 della Direzione Generale del Catasto e dei Servizi Tecnici Erariali.

¹⁸ Si veda come riferimento per una ipotesi di testo proposto il link <https://www.architettimantova.it/wp-content/uploads/2021/07/Disciplina-costruzioni-bozza-proposta-di-legge-agg-05-2021.pdf>.

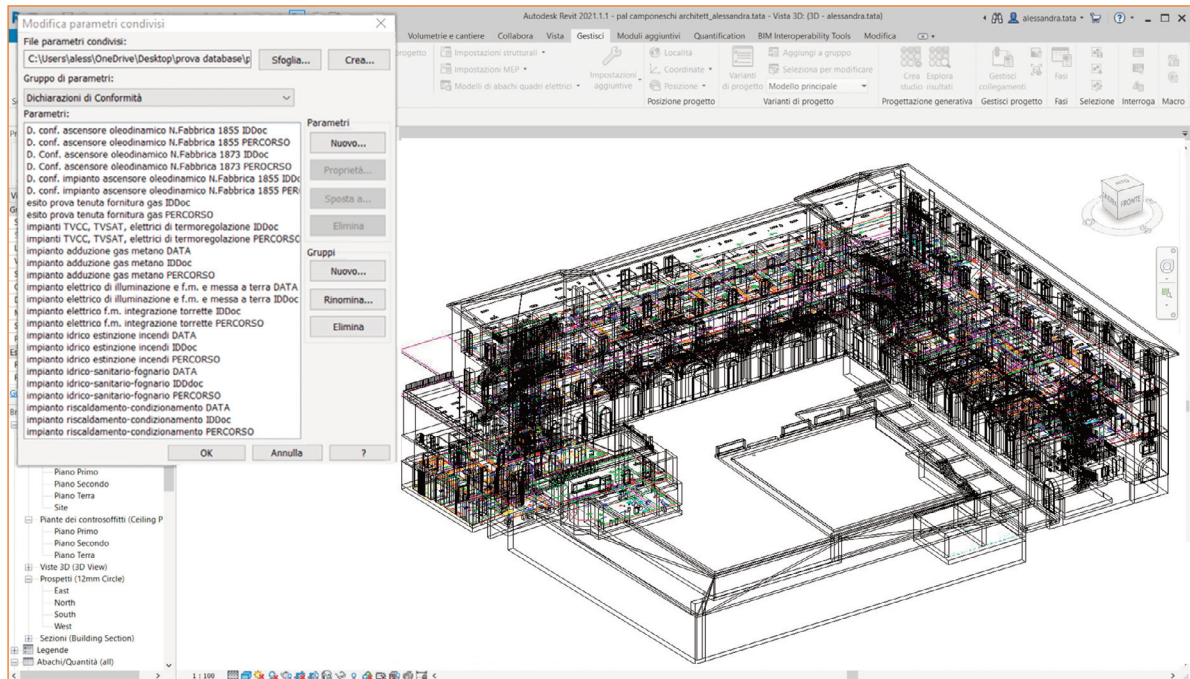


Figura 4 - Fascicolo del fabbricato digitale di Palazzo Camponeschi (AQ). Modello federato HBIM del palazzo, comprensivo di impianti, e finestra dei parametri condivisi per l'ampliamento del database e la creazione del fascicolo - **Fonte:** Tata et alii, 2022

I fascicoli dei fabbricati dovrebbero includere informazioni relative a “profili urbanistici, edilizi, vincolistici catastali, strutturali, impiantistici, prestazionali, nonché ogni altro elemento utile alla conoscenza dello stato di fatto della costruzione” ed andrebbero a costituire l’“Anagrafe delle costruzioni”, istituita “per la gestione e il controllo del territorio, sia per le opere pubbliche che per le opere private”. Si sottolinea che “per le opere private l’anagrafe delle costruzioni opera in accordo con il sistema informativo catastale nazionale”. La struttura e i contenuti del fascicolo sarebbero definiti dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti. Pur non potendo prevedere eventuali obblighi di utilizzo del BIM per il fascicolo digitale delle costruzioni, in caso di approvazione del testo presentato, sarebbe ancora più importante definire le relazioni tra Catasto, con particolare riferimento al tema del fabbricato, e modelli informativi, oltre che il ruolo dell’Agenzia delle entrate nella gestione dei modelli, almeno per quanto riguarda il patrimonio edilizio privato.

Come ultimo spunto di riflessione, si cita il caso rappresentato in Agenzia del Demanio (2021). L’intento dell’Agenzia del Demanio è la realizzazione di un “percorso che consenta di gestire l’intero ciclo di vita dell’immobile, favorendo e ottimizzando la collaborazione tra tutti i professionisti coinvolti in ciascuna fase del ciclo di vita” mediante la metodologia del *Building Information Modelling* (BIM). La proposta prevede la creazione, la condivisione e la consegna di un modello digitale dell’opera, che raccolga e organizzi le informazioni geometriche, alfanumeriche e documentali, che può essere riferito ad un “Fabbricato”¹⁹ o ad

¹⁹ Definito come “entità fisica edificata composta da una o più unità immobiliari a cui sono eventualmente collegate strutturalmente e/o funzionalmente una o più unità al servizio del Fabbricato”.

un “Bene”, oggetto che può essere costituito da una o più entità, edificate o non edificate. Si sottolinea che tra i ruoli dell’Agenzia del Demanio c’è la gestione dell’Ambiente di Condivisione dei Dati (ACDat, definito anche *Common Data Environment* - CDE), ambiente di raccolta, conservazione e condivisione dei dati relativi all’Opera Digitale, ovvero l’insieme di informazioni grafiche e non grafiche, che descrivono in maniera più o meno particolareggiata l’Opera Reale, compreso il Modello BIM. Si pone, quindi l’ipotesi da studiare di una eventuale candidatura del Catasto (Agenzia delle entrate) per l’analoga gestione almeno dell’edilizia privata sul territorio nazionale.

3.1 | BIM e Catasto italiano: livello di dettaglio delle informazioni, integrazione con processo edilizio e procedure amministrative

Per l’applicazione delle procedure BIM al Catasto italiano risulta essenziale l’identificazione di un *framework* generale, all’interno del quale la definizione dei contenuti informativi dei modelli occupa un posto fondamentale.

I contenuti informativi, tradizionalmente associati alle scale di rappresentazione degli elaborati grafici bidimensionali, strumento attualmente presente negli atti catastali, devono essere definiti anche per i modelli tridimensionali, in relazione a geometrie, volumi, aspetti costruttivi, ecc. (Centofanti *et alii*, 2014) e, comprendendo anche contenuti non di natura geometrica associati al modello, nel BIM. Ad esempio, Brusaporci *et alii* (2018) hanno elaborato un *framework* per l’uso dell’HBIM per il patrimonio architettonico, definendo, in particolare, i *Level Of Development* (LOD). I LOD, così come i nuovi *Level of Information Need* (LOIN), citati nel capitolo 1, descrivono il contenuto informativo, sia di natura geometrica che non, associato al modello BIM. In particolare, i LOD sono specifici dei vari elementi architettonici che compongono il modello, mentre invece i LOIN, nell’ottica di una maggiore flessibilità del processo, possono riferirsi a “oggetti” differenti, a seconda dei casi e delle esigenze: per specificare il livello di fabbisogno informativo, è necessario identificare chiaramente l’oggetto all’interno di una struttura di scomposizione semantica, funzionale e/o spaziale del progetto, che può variare in funzione dei diversi scopi.

Rispetto ai LOD, dunque, i LOIN, pensati per rendere più efficiente lo scambio delle informazioni, meglio si presterebbero alla definizione dei “fabbisogni informativi” specifici per il Catasto.

In particolare, tenendo in considerazione le prescrizioni dell’attuale normativa e prassi catastale, bisognerebbe considerare una struttura di scomposizione di tipo spaziale nella quale identificare il modulo “Fabbricato”, all’interno del quale siano individuate le singole unità immobiliari, a cui poi andrebbero associate:

- informazioni geometriche (dettaglio, dimensionalità, posizione, aspetto e comportamento parametrico), corrispondenti al livello di definizione della scala 1:200²⁰
- informazioni alfanumeriche, quali la destinazione d’uso dei locali (necessariamente della cucina e dei vani accessori, ai fini del calcolo della consistenza), gli attributi edilizi (es. anno di costruzione, stato di conservazione, destinazione d’uso), gli attributi fiscali (es. la rendita catastale), ecc.
- eventuali *set* di documenti, tra cui potrebbero avere un ruolo centrale gli atti di aggiornamento catastale.

²⁰ La Circolare dell’Agenzia del Territorio n. 4 del 29 ottobre 2009, al punto 3.6, precisa che ciascuna planimetria deve essere disegnata “nella scala di 1:200 tenendo presente che, per unità immobiliari di dimensioni contenute, è consentita l’adozione della scala 1:100, ovvero 1:50” e in altri casi la scala 1:500. Tuttavia, dalle prescrizioni che seguono nel medesimo punto 3.6 si deduce che i contenuti informativi sono in tutti i casi quelli generalmente riconducibili alla scala 1:200, mentre le altre scale possono essere utilizzate unicamente per maggiore chiarezza di lettura grafica degli elaborati.

L'utilizzo dei LOD, invece, a causa della evidente minore flessibilità, risulterebbe meno efficace, *in primis* per il limite di riferire tali livelli esclusivamente ai componenti architettonici e, poi, perché una classificazione rigida dei contenuti informativi come quella dei LOD risulterebbe difficilmente adattabile alle specifiche esigenze del Catasto.

Altro punto di forza del BIM per ipotesi di applicazione in ambito catastale, è che offre la possibilità di storicizzazione delle informazioni, garantendo la trasparenza nella fonte del dato. Il Catasto non è utile solamente come banca dati completa all'attualità: la legge 1° marzo 1886, n. 3682, cd. "legge Messedaglia", nota come legge istitutiva del Catasto italiano, impone di "accertare le proprietà immobiliari e tenerne in evidenza le mutazioni", ovvero, nel contesto attuale, tenere aggiornate le banche dati. Tale prescrizione non esclude, anzi, sostiene pienamente l'esigenza e l'opportunità di mantenere tutte le informazioni storiche. L'applicazione del BIM consentirebbe anche di inserire dati e documenti storici, sia di carattere geometrico che informativo, citando correttamente le fonti, anche non rientranti negli atti di impianto e di aggiornamento del Catasto, secondo il principio di trasparenza. Ciò senza entrare in conflitto con il principio catastale secondo cui "sono rigorosamente vietate le interlineazioni e le raschiature", come espresso nel linguaggio forse antiquato, ma ancora efficace nell'articolo 104 dell'Istruzione XIV del 1° marzo 1949 "per la conservazione del Nuovo Catasto", con particolare riferimento alle volture, secondo cui è necessario lasciare traccia di ogni passaggio e non si possono inserire elementi precedenti.

Dalla citata "legge Messedaglia" si deduce, quindi, il ruolo del Catasto sia in ambito fiscale, che civilistico. Si potrebbe ipotizzare di allargare ulteriormente tale ruolo nella conoscenza del territorio e dei manufatti. Come la base cartografica del Sistema Integrato del Territorio (SIT) può rappresentare la piattaforma sulla quale inserire tutte le informazioni di carattere territoriale, provenienti da vari settori, così una rappresentazione dei fabbricati con metodologia BIM potrebbe diventare la base per l'inserimento di molti, o, si potrebbe ipotizzare, tutti i dati utili sugli stessi fabbricati: dati dimensionali, anche ai fini fiscali, dati costruttivi, anche ai fini della valutazione del rischio sismico o delle attribuzioni di agevolazioni per le ristrutturazioni, dati storico-architettonici, energetici,²¹ che andrebbero ad aggiungersi ai dati tipicamente catastali, che mettono in relazione gli aspetti geometrico-dimensionali con quelli giuridico-amministrativi rientranti nello *standard* LADM nella classe "LA_RRR" (*rights, restrictions, responsibilities*), di cui si è ampiamente parlato nel capitolo 2.

Una tale impostazione porrebbe anche le basi per l'archiviazione informatica di una grande quantità di dati in possesso delle pubbliche amministrazioni, in modo che tali dati diventino fruibili per efficientare il settore delle costruzioni e non solo. Solo a titolo di esempio, si citano gli archivi degli uffici tecnici dei Comuni, la cui digitalizzazione, o almeno un riordino ai fini di una completa affidabilità delle ricerche, è un tema sempre più urgente. La realizzazione di modelli BIM per i fabbricati gestiti dall'amministrazione catastale fornirebbe un riferimento unico per associare i documenti agli immobili, favorendo la certezza sulle possibili trasformazioni e sulla stessa legittimità dell'esistente. Evidentemente anche molte altre amministrazioni detengono dati geometrici e, soprattutto, informativi sugli immobili, ad esempio vincoli storico-artistici, prescrizioni legate alla sicurezza ambientale (rischio frane, rischio alluvioni, ecc.), certificazioni anti-incendio, ecc.. In molti casi, alcune informazioni sono legate, almeno parzialmente, ai medesimi dati geometrico-dimensionali o costruttivi, evidentemente presenti o deducibili dal modello BIM, con cui si realizzerebbe il principio del "*once only*" per l'edilizia, ovvero fornire alla Pubblica Amministrazione una sola volta tutte le informazioni.

4 | CONCLUSIONI

A conclusione della presente *review*, che si propone di introdurre nel panorama scientifico italiano il tema della possibile applicazione della metodologia BIM al Catasto, vengono sintetizzati i principali vantaggi individuati in tale applicazione:

- la rappresentazione tridimensionale in ambito catastale, che migliorerebbe l'individuazione dei limiti dei diritti di proprietà (più in generale, *rights, restrictions e responsibilities*) in edifici complessi, non solo di architettura contemporanea, ma anche storici, con particolare attenzione all'individuazione del "fabbricato" come unità spaziale su cui costruire i modelli
- l'"interoperabilità amministrativa", con il coinvolgimento dei diversi soggetti istituzionali, che porterebbe a livello amministrativo i vantaggi che si hanno con il BIM nella collaborazione tra vari professionisti, suggerendo una soluzione alla problematica della tenuta del modello in *cloud*, che potrebbe essere affidata al Catasto, almeno per l'edilizia privata, ferme restando le competenze amministrative dei Comuni e di tutti gli altri soggetti, anche in ambiti specifici, come ad esempio, nella vasta casistica, il fascicolo del fabbricato e il catasto energetico
- l'ottimizzazione della gestione dei processi amministrativi sugli immobili (permessi, concessioni, vincoli, ecc.), che costituiscono parte integrante del processo edilizio, come conseguenza dell'interoperabilità
- la storicizzazione delle informazioni, dalla progettazione al cantiere, alla manutenzione, ma anche con i vari "stadi" catastali, potendo intervenire anche sul passato, con l'aggiunta di elementi sempre nuovi, inseriti indicando le fonti delle informazioni, secondo il principio della trasparenza.

Evidentemente non sfuggono le criticità di carattere tecnologico, ad esempio per l'adeguamento di *standard e software* e la definizione di adeguati livelli di sviluppo del modello BIM in relazione alle diverse finalità ed enti coinvolti, economico, legate al finanziamento delle attività necessarie e ai soggetti che se ne fanno carico, e, in generale, normativo. La principale criticità appare probabilmente legata all'implementazione dell'eventuale applicazione del BIM in modo omogeneo sull'intero territorio nazionale, caratteristica essenziale di un sistema catastale, pur potendo prevedere percorsi parziali e gradualità di attuazione. Sarebbero necessari l'aggiornamento e la conservazione di ingenti quantità di dati, molti dei quali anche soggetti a consultazione, pur con specifiche distinzioni degli oggetti consultabili per i vari soggetti, come avviene oggi, ad esempio, per le planimetrie.

In questo contesto, il ruolo della ricerca scientifica è studiare, individuare e ottimizzare i principali fattori abilitanti della tecnologia BIM in ambito catastale, per fornire ai professionisti e alle amministrazioni elementi utili per migliorare i propri processi e ai *policy maker* gli strumenti per valutare la possibilità e l'opportunità di introdurre innovazioni normative.

BIBLIOGRAFIA

Andritsou D., Gkeli M., Soile S., Potsiou C. (2022), A BIM/IFC – LADM solution aligned to the greek legislation, *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, XLIII-B4-2022, 471–477, <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLIII-B4-2022-471-2022>

Banfi, F. (2019). HBIM Generation: Extending Geometric Primitives and BIM Modelling Tools for Heritage Structures and Complex Vaulted Systems. *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spat. Inf. Sci.* 2019, 42, 139–148

Bianchini, C., Inglese, C., Ippolito, A., Maiorino, D. and Senatore, L. J. (2017), Building Information Modeling (BIM): Great Misunderstanding or Potential Opportunities for the Design Disciplines?. In Ippolito, A., Cigola, M., (Eds.), *Handbook of Research on Emerging Technologies for Digital Preservation and Information Modeling*. Hershey, PA: IGI Global

- Brusaporci S., Maiezza P., Tata A. (2018), A framework for architectural heritage HBIM semantization and development, *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Volume XLII-2, 2018 ISPRS TC II Mid-term Symposium "Towards Photogrammetry 2020", 4-7 June 2018, Riva del Garda, Italy
- Brusaporci S., Maiezza P. (2016), Re-Loading BIM: Between Spatial and Database Information Modeling for Architectural Heritage Documentation. In: F. Felip Miralles J. Gual Ortí M. Cabeza González C. García-García. *Dibujar, Construir, Sonar* (eds). *Investigaciones en torno a la expresión gráfica aplicada a la edificación*. p. 835-847, Valencia: Tirant Lo Blanch, ISBN: 978-84-9143-485-6
- Bruno, N., & Roncella, R. (2019), HBIM for Conservation: A New Proposal for Information Modeling. *Remote Sensing*, 11(15), 1751. MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/rs11151751>
- Centofanti M., Brusaporci S., Lucchese V. (2014), Architectural Heritage and 3D Models, in Di Giamberardino P., Iacoviello D., Jorge R.N., Tavares J.M.R.S. (ed.), *Computational Modeling of Objects Presented in Images*, pp. 31-49, Springer, DOI:10.1007/978-3-319-04039-4_2
- Deidda M., Pala A., Sanna G. (2016), Lo standard LADM-ISO19152 e la sua applicabilità in Italia, in ASITA 2016, XX Conferenza Nazionale ASITA, 8-10 Novembre 2016, Cagliari, Italia, pp. 280-287, ISBN: 978-88-941232-6-5
- Ellul C., de Almeida J.P., Romano R. (2016), Does coimbra need a 3d cadastre? Prototyping a crowdsourcing app as a first step to finding out. *ISPRS Ann. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.* 2016, IV-2/W1, pp. 55-62. doi:10.5194/isprs-annals-IV-2-W1-55-2016 (disponibile online: <https://isprs-annals.copernicus.org/articles/IV-2-W1/55/2016/>)
- Fronza A., Dalla Torre S., Agugiaro G. (2013), "Docfa 4, rappresentazione grafica vettoriale e integrazione 3D", Atti 17a Conferenza Nazionale ASITA - Riva del Garda 5-7 novembre 2013
- García J. M. O., Soriano L. I. V., Martín-Varés A. V. (2011). 3D Modeling and Representation of the Spanish Cadastral Cartography. In *proceedings 2nd International Workshop on 3D Cadastres*, 16-18 November 2011, Delft, The Netherlands. (disponibile online: https://www.fig.net/resources/proceedings/2011/2011_3dcadastre/3Dcad_2011_23.pdf)
- Gkeli M., Potsiou C., Soile S., Vathiotis, G., Cravariti M.E. (2021), A BIM-IFC Technical Solution for 3D Crowdsourced Cadastral Surveys Based on LADM. *Earth 2021* (2), pp 605-621. DOI: <https://doi.org/10.3390/earth2030035>
- Hendriatiningsih S., Hernandi A., Saptari A.Y., Widyastuti R., Saragih D. (2019), "Building Information Modeling (BIM) Utilization for 3D Fiscal Cadastre", *Indonesian Journal of Geography* Vol. 51 No. 2, August 2019, pp. 199-206. DOI: <http://dx.doi.org/10.22146/ijg.44914>
- Inzerillo L., Lo Turco M., Parrinello S., Santagati C., Valenti G.M. (2016). BIM and architectural heritage: towards an operational methodology for the knowledge and the management of Cultural Heritage. In: *DISEGNARE CON* vol.9 n.16, pp 16.1-16.9. ISSN 1828-5961 <https://disegnarecon.univaq.it/ojs/index.php/disegnarecon/article/viewFile/153/124>
- Janečka K., Souček P. (2017), A country profile of the Czech Republic based on an LADM for the Development of a 3D Cadastre. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, Maggio. 2017, 6, DOI: 10.3390/ijgi6050143 (disponibile online: https://www.researchgate.net/publication/316710622_A_Country_Profile_of_the_Czech_Republic_Based_on_an_LADM_for_the_Development_of_a_3D_Cadastre)
- Karki S. (2013), 3D Cadastre Implementation Issues in Australia. Master's Thesis, University of Southern Queensland, Toowoomba, Australia (Disponibile online: https://www.researchgate.net/publication/243458151_3D_Cadastre_Implementation_Issues_in_Australia)
- Lemmen C., van Oosterom P.J. M., Bennett R.M. (2015). "The land administration domain model". *Land use policy*, 49, 535-545. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.01.014>
- Leone S., Angelini A, Cantisani G.B. (2021), La valorizzazione del patrimonio informativo catastale per un'efficace gestione digitale del patrimonio edilizio, *Territorio Italia* edizione 2021, 1, pp. 31-62, DOI: 10.14609/Ti_1_21_2i
- Maiezza P., Tata A. (2023). Modeling Historic Architecture: a Reflection on Representation in the BIM Environment. In Cannella M., Garozzo A., Morena S. (Eds.). *Transizioni. Atti del 44° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Transitions. Proceedings of the 44th International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 532-537.
- Murphy M., McGovern E., Pavia S. (2009). Historic building information modelling (HBIM), «Structural Survey», vol. 27, no. 4, pp.311-327.
- Murphy, M.; Meegan, E.; Keenaghan, G.; Chenaux, A.; Corns, A.; Fai, S.; Chow, L.; Zheng, Y.; Dore, C.; Scandurra, S.; et al (2021). Shape grammar libraries of

European classical architectural elements for historic BIM. *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spat. Inf. Sci.*, 2021 46, 479–486.

Osello A., Ugliotti F.M., a cura di (2017), BIM: verso Il catasto del futuro. Conoscere, digitalizzare, condividere. Il caso studio della Città di Torino. Gangemi Editore. ISBN: 9788849233841

Osello A., Ugliotti F. M., De Luca D. (2018), The BIM towards the Cadastre of the Future enhanced through the Use of Technology, *Disegno*, vol. 1, no. 2, pp. 135–146, Jun. 2018. DOI: <https://doi.org/10.26375/disegno.2.201815>

Petronijević M., Višnjevac N., Praščević N. Bajat B. (2021), The Extension of IFC For Supporting 3D Cadastre LADM Geometry *ISPRS Int. J. Geo-Inf.* 2021, 10(5), 297; <https://doi.org/10.3390/ijgi10050297>

Stoter J.E., van Oosterom P. (2005), Technological aspects of a full 3D cadastral registration. *International Journal of Geographical Information Science*, Vol. 19, No. 6, July 2005, pp. 669–696. (disponibile online: https://www.researchgate.net/publication/220650232_Technological_aspects_of_a_full_3D_cadastral_registration)

Stoter J., Ploeger H., Roes R., van der Riet E., Biljecki P., Ledoux H. (2016), First 3D Cadastral Registration of Multi-level Ownerships Rights in the Netherlands. In *Proceedings of the 5th International FIG 3D Cadastre Workshop*, Athens, Greece, 18–20 October 2016; pp. 491–504 (disponibile online: https://www.researchgate.net/publication/308890846_First_3D_Cadastral_Registration_of_Multi-level_Ownerships_Rights_in_the_Netherlands)

Sun J. (2022), Integration of BIM and 3D GIS for sustainable cadastre, Doctoral Thesis in Geodesy and Geoinformatics, KTH Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden

Tata A., Capannolo L., Brusaporci S., De Berardinis P. (2022). *The Digital Building Dossier. Dn Building Information Modeling, Data & Semantics*, Volume 10.

Vandyshva N.; Tikhonov V., van Oosterom P., Stoter J., Ploeger H., Wouters R., Penkov V. (2011), 3D Cadastre Modelling in Russia. In *Proceedings of the FIG Working Week*, Marrakech, Marocco, 18–22 Maggio 2011 (Disponibile online: https://www.researchgate.net/publication/241886547_3D_Cadastre_modelling_in_Russia)

SITOGRAFIA

Agenzia del Demanio (2021), BIMMS. Method Statement Process. LINEE GUIDA Produzione Informativa BIM. Disponibile online: https://www.agenziademanio.it/export/sites/demanio/download/documentigare_2021_2/ALL-4-BIM_METHODSTP.pdf (data accesso: 15 settembre 2023)

Agenzia delle entrate (2022), Il sistema catastale. Disponibile online: https://www.agenziaentrate.gov.it/portale/documents/20143/233848/II+Sistema+Catastale+2022_dati+31+12+2021+-+in+pubblicazione.pdf/7fd15350-3152-5286-f9f5-6af30b4359e6 (data accesso: 12 settembre 2023)

Camera dei Deputati (2018), Indagine conoscitiva “Per una riforma della fiscalità immobiliare: equità, semplificazione e rilancio del settore”. Disponibile online: <https://www.camera.it/temiap/2019/03/26/OCD177-3960.pdf> (data accesso: 12 settembre 2023)

European Commission (2013), INSPIRE. D2.8.III.2 Data Specification on Buildings – Technical Guidelines. Disponibile online: https://inspire.ec.europa.eu/documents/Data_Specifications/INSPIRE_DataSpecification_BU_v3.0.pdf (data accesso: 12 settembre 2023)

ISO (2012), ISO 19152:2012 - Geographic information – Land Administration Domain Model (LADM). Disponibile online: <https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iso:19152:ed-1:v1:en> (data accesso: 1 settembre 2023)

ISTAT (2014), 15° Censimento generale della popolazione e delle abitazioni 2011 – Edifici e abitazioni. Disponibile online: https://www.istat.it/it/files//2014/08/Nota-edifici-e-abitazioni_rev.pdf (data accesso: 12 settembre 2023)

ISTAT (2023), Glossario statistico. Disponibile online: <https://www.istat.it/it/metodi-e-strumenti/glossario> (data accesso: 7 settembre 2023)

Oreto G. (2023), Testo Unico Edilizia 2024: iter e contenuti della riforma. Disponibile online: <https://www.lavoripubblici.it/news/testo-unico-edilizia-2024-iter-contenuti-riforma-31709> (data accesso: 15 settembre 2023)

