

Silvia Mastrolemba Ventura, <https://orcid.org/0000-0001-9446-8824>

Dipartimento di Ingegneria Civile, Architettura, Territorio, Ambiente e di Matematica, Università degli Studi di Brescia, Italia

silvia.mastrolembovenventura@unibs.it

Abstract. L'Unione Europea (UE) ritiene la digitalizzazione dei processi autorizzativi strategica per la transizione digitale e verde dell'ecosistema delle costruzioni, in quanto potenzialmente promotrice di maggiore trasparenza e collaborazione lungo l'intera catena del valore del settore attraverso un approccio *data-driven*. A tal fine, nel 2021 l'UE ha finanziato con il programma *Horizon Europe* tre *innovation action* (DigiChecks, ACCORD, CHEK) orientate ad approfondire, fornendo dimostrazioni di prototipi di sistema in ambienti operativi, la sinergia tra processi, innovazioni tecnologiche e persone. La ricerca illustra gli obiettivi dei tre progetti, contestualizzandoli nell'ambito della letteratura internazionale attraverso un'analisi bibliometrica ed evidenziandone i principali temi emergenti.

Parole chiave: *Twin transition*; Digitalizzazione; Processi autorizzativi; *Building information modelling*; GeoBIM.

Introduzione

L'evoluzione digitale del settore delle costruzioni è una priorità strategica per l'Unione Europea (UE), soprattutto se si considera il suo stretto legame con la transizione verde, ambientale e climatica, del settore. Fin dalla pubblicazione della nuova strategia industriale per l'Europa (EU Commission, 2020), l'UE ha evidenziato il potenziale contributo dell'ambito pubblico alla cosiddetta *twin transition* e ha posto particolare enfasi sull'accelerazione in corso nella transizione digitale per la gestione dei processi autorizzativi, considerata un elemento strategico per la digitalizzazione del settore e la sua competitività a livello internazionale (EU Commission, 2023). I processi autorizzativi¹, infatti, tra i quali la procedura di rilascio del permesso di costruire, sono ancora estremamente manuali, basati su documenti cartacei, spesso lenti rispetto alle esigenze di investimento immobiliare e talvolta soggetti ad ambiguità, errori o interpretazioni soggettive (Zhang

et al., 2023). Come riportato nel "Transition Pathway for Construction" (EU Commission, 2023), la digitalizzazione dei processi autorizzativi, internazionalmente nota come *DBP* (*Digital Building Permit*) o *e-permit*, non può limitarsi alla conversione di documenti cartacei in formati digitali statici come i file PDF. Una digitalizzazione efficace, in contrapposizione alla mera dematerializzazione, dovrebbe garantire la possibilità di controlli di conformità automatizzati basati su regole espresse in formati leggibili dalle macchine (Eastman *et al.*, 2009). A tal fine, il tema strategico del DBP si integra, in primo luogo, con l'adozione da parte della pubblica amministrazione (PA) di metodi e strumenti di gestione informativa digitale delle costruzioni (D.Lgs. 36/2023) e, in prospettiva, con altre iniziative europee, come l'implementazione del fascicolo digitale del fabbricato o del passaporto digitale del prodotto, considerate essenziali per promuovere l'adozione di un processo decisionale informato dai dati come strumento di riqualificazione della catena di valore dell'intero ecosistema industriale (EU Commission, 2024).

Orizzonti di ricerca a livello europeo

L'efficace transizione digitale della PA e la valorizzazione del potenziale informativo nel settore delle costruzioni possono realizzarsi soltanto attraverso un'interazione sinergica tra processi operativi, infrastrutture tecnologiche, risorse umane e loro qualificazione professionale (European Commission, 2023). Nel 2021, nell'ambito del programma *Horizon Europe*, l'UE ha promosso l'analisi di tale interazione finanziando tre *innovation action* finalizzate alla digitalizzazione dei processi autorizzativi attraverso soluzioni per analizzare ed archiviare informazioni

Towards Digital Building Permits: a review of European strategies and relevant literature

Abstract. The European Union (EU) has identified the digitalisation of the building permit (DBP) process as strategic to the twin digital and green transition of the construction ecosystem, enhancing transparency and collaboration along the entire value chain by a data-driven approach. In 2021, under the Horizon Europe programme, three innovation actions (DigiChecks, ACCORD, CHEK) were funded to investigate the synergy between processes, human resources, and advanced technology in DBP, providing system prototype demonstrations in operational environments. The research outlines the objectives of the three projects, contextualising them within the international literature through a bibliometric analysis, and highlighting the main emerging research topics.

Keywords: *Twin transition*; Digitalisation; Building permit process; Building information

modelling; GeoBIM.

Introduction

The digital evolution of the construction industry is a strategic priority for the European Union (EU), especially when contextualised considering its close link with the green (i.e., environmental and climate) transition of the sector. From the publication of the new industrial strategy for Europe (EU Commission, 2020), the EU has highlighted the potential contribution of the public sector to the construction *twin transition*, placing particular emphasis on the ongoing acceleration towards the digitalisation of building permitting processes, including the automation of compliance checking. The latter is considered a key element in the digital transformation of the industry, and in its international competitiveness (EU Commission, 2023).

Building permit (BP) processes¹ are still extremely manual, document-based, often slow compared to property investment needs, and sometimes subject to ambiguities, error or subjective interpretation (Zhang *et al.*, 2023). As reported in the "Transition Pathway for Construction" (EU Commission, 2023), the digitisation of building permit processes cannot be reduced to the conversion of paper documents into static digital formats as machine-unreadable PDF files. Effective digitalisation, as opposed to mere dematerialisation, should guarantee the possibility of automated compliance checks, based on rules expressed in formats that can be machine-readable. The digitalisation of building permits (DBP) is, therefore, a key data-driven strategy that integrates with the adoption by public authorities of BIM (Building Information Modelling)

amministrative e normative, oltre che per rendere più trasparente per gli stakeholder la consultazione dello status delle loro pratiche. I tre *sister project*, “DigiChecks²”, “ACCORD³” e “CHEK⁴”, hanno avuto inizio nel 2022 e volgeranno al termine entro la fine del 2025. “DigiChecks” adotta un approccio decentralizzato, interoperabile e multi-piattaforma alla gestione dei processi autorizzativi, basandosi su iniziative precedenti come “DigiPLACE⁵” che, finanziata dall’UE tra il 2019 e il 2021, ha definito l’architettura per lo sviluppo di piattaforme digitali e ecosistemi di servizi nel settore delle costruzioni a livello europeo. “ACCORD” integra soluzioni tecniche avanzate per l’automazione dei processi autorizzativi e dei relativi controlli di conformità tramite l’adozione del BIM (*Building Information Modelling*) al fine di migliorare la produttività e la qualità di progettazione e costruzione e, al contempo, promuovere un ambiente costruito sostenibile in linea con l’obiettivo di un’Europa neutrale dal punto di vista climatico come previsto dal Green Deal europeo. “CHEK”, infine, sviluppa strumenti tecnologici e metodologici per la digitalizzazione della procedura di rilascio del permesso di costruire e l’automazione dei relativi controlli di conformità con un approccio che, integrando i dati dell’edificio con quelli del contesto geospaziale in cui lo stesso si colloca attraverso l’adozione congiunta di BIM e 3D *city model*, viene definito GeoBIM. Il presente studio illustra gli obiettivi dei tre progetti, contestualizzandoli rispetto alla letteratura internazionale attraverso un’analisi bibliometrica ed evidenziandone i principali temi emergenti.

Metodologia

L’analisi della letteratura scientifica è stata condotta articolando la raccolta dati nelle seguenti fasi: identificazione dei prodot-

ti, *screening* degli stessi e selezione finale degli studi rilevanti. In primo luogo, è stata effettuata una ricerca attraverso il database accademico Scopus utilizzando i campi “Article title, Abstract, Keyword” ed introducendo le parole chiave “building permit process”, “digital building permit” and “e-permit” attraverso la regola [*construction OR building*] AND [*building permit process OR digital building permit OR e-permit*]. L’ambito di ricerca è stato limitato alle pubblicazioni in lingua inglese dal 2004 al 2024, selezionando le sole categorie di articoli su rivista e contributi in atti di convegno. Inoltre, è stata effettuata una ricerca manuale per integrare l’eventuale omissione di documenti non ancora indicizzati in Scopus, estendendo l’arco temporale all’anno 2025⁶ ed includendo le pubblicazioni dichiarate nei siti internet dei tre *sister project*. Alla fine di questo processo, sono state selezionate 72 pubblicazioni relative alla digitalizzazione dei processi autorizzativi, delle quali 65 sono lavori di ricerca empirica e 7 revisioni della letteratura. I dati raccolti sono stati analizzati attraverso codici quantitativi, utili per fornire una panoramica della letteratura esistente (anno di pubblicazione, tipologia di prodotto), e qualitativi. Attraverso questi ultimi, gli studi rilevanti sono stati analizzati in termini di (1) eventuali metodi di digitalizzazione implementati (GIS, BIM, GeoBIM) e (2) associazione ad almeno uno dei pilastri della ricerca sul DBP a livello internazionale come definiti in Noardo *et al.* (2020a): (1) ruolo dell’organizzazione, soprattutto in ambito pubblico, (2) digitalizzazione del processo, (3) sviluppo tecnologico, (4) interpretazione dei regolamenti per la definizione di requisiti informativi e logiche di verifica. L’analisi qualitativa dei dati ha riguardato esclusivamente i lavori di ricerca empirica, escludendo le revisioni della letteratura (Fig. 1).

methods and tools (Legislative Decree 36/2023), and with other strategic EU initiatives, such as the implementation of the Digital Building Logbooks or the Digital Product Passport. These are all considered essential steps for the promotion of greater transparency, regulatory compliance and effective collaboration along the entire value chain (EU Commission, 2024).

European research horizons

The effective digital transformation of the public sector and the exploitation of the full potential of a data-driven construction ecosystem can be achieved only through a synergetic interaction between operational processes, technological infrastructures and human resources (EU Commission, 2023). In 2021, the EU promoted the analysis of this interaction under the Horizon Europe programme by fund-

ing three innovation actions aimed at digitalising the building permit process to promote the adoption of data-driven decision-making as a means of upgrading the entire construction value chain through solutions for analysing and archiving administrative and regulatory information, as well as facilitating stakeholder consultation of the status of the process. The three sister projects, “DigiChecks²”, “ACCORD³” and “CHEK⁴”, started in 2022 and will be closed by the end of 2025. “DigiChecks” focuses on the study of a web-based and multi-platform approach to DBP management. It proposes the development of an interoperable digital framework based on international compliance checking, data and knowledge management technologies in addition to EU initiatives such as “DigiPLACE⁵” that, funded by the EU between 2019 and

2021, defined the architecture for the development of digital platforms and service ecosystems in the construction sector at European level. “ACCORD” aims to integrate advanced technological solutions for automating the building permit process and, more generally, compliance checking with building regulations by BIM methods and tools, as well as other data sources. The aim is to improve the productivity and quality of the design and construction process, while promoting a sustainable built environment in line with the goal of a climate-neutral Europe as envisaged by the “EU Green Deal” initiative. Finally, “CHEK” aims to develop a technological and methodological toolkit to support the digitalisation of the building permit process, and to enhance compliance checking. The main difference between “CHEK” and the other two innovation actions is the

explicit reference to the need to adopt an approach that integrates the management of building and geospatial data, considering the urban context in which the building is located. “CHEK” adopts not only BIM methods and tools but also 3D city models and geospatial data specifications within a GeoBIM framework. This study presents the objectives of the three sister projects, contextualising them in relation to the international literature through a bibliometric analysis, and highlighting the main emerging research topics.

Methodology

The literature review was conducted by organising the data collection phase into the following steps: identification of documents, screening of the available literature, and final selection of relevant studies. First, a desktop search for relevant publica-

Risultati

Analisi quantitativa delle pubblicazioni selezionate

La letteratura analizzata, il cui andamento negli anni è rappresentato nella Fig. 2, si divide equamente tra pubblicazioni in riviste scientifiche (36) e contributi in atti di convegno (36). Le riviste scientifiche di maggiore rilievo per il tema del DBP risultano essere *Advanced Engineering Informatics* (5), *Journal of Information Technology in Construction* (4), *Buildings* (4) e *Journal of Civil Engineering and Management* (4). Gli atti di convegno più significativi, invece, sono quelli dell'*International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* (9), della *European Conference of Computing in Construction* (4) e del *Linked Data in Architecture and Construction workshop* (4) (Fig. 3). Un primo studio, pubblicato nel 2004, valutava la fattibilità di adozione di applicativi per la gestione digitale del permesso di costruire in Olanda (Hoogwout and Velde, 2004), uno degli Stati membri che ancora oggi guida le attività di ricerca sul tema con un'attenzione particolare allo sviluppo di tecnologie avanzate e alla definizione di *data specification* all'interno di un ambiente GeoBIM (Hakim *et al.*, 2024). Il maggior numero di pubblicazioni si concentra tra il 2020, anno in cui è stata emanata la nuova strategia industriale per l'UE, e il 2025. In particolare, si nota come il numero di documenti aumenti dalla pubblicazione del "Transition Pathway for Construction" nel 2023 ed, ancora di più, nel 2024, dove è evidente l'impatto della ricerca in corso nell'ambito delle tre *innovation action* finanziate dall'UE: 22 pubblicazioni, ovvero il 30,6% del totale, sono sviluppate nell'ambito dei tre progetti, i quali si equiparano per numero di prodotti (Fig. 4).

tions was conducted under the "Article title, Abstract, Keyword" fields of the academic database Scopus. The literature search keywords "building permit process", "digital building permit" and "e-permit" were used in the following search rule: [construction OR building] AND ["building permit process" OR "digital building permit" OR "e-permit"]. The scope of publication search was scaled down to a timespan of twenty years, from 2004-2024 and limited to papers published in the English language. Journal articles, conference papers and reviews were selected as document sources. A manual search was carried out to complement the possible omission of papers archived by the search engine, extending the timespan to year 2025⁶ and including publications mentioned on the websites of the three sister projects. As a result, 72 papers related

to the building permit process and its digitalisation were identified. Finally, the selected publications were analysed based on a set of quantitative and qualitative codes. The former were adopted to provide an overview of the retrieved publications (i.e., year, type of publication). The latter included: (1) any digitalisation methods implemented (i.e., GIS, BIM, GeoBIM); (2) the association with at least one of the DBP pillars as defined in Noardo *et al.* (2020a) (i.e., role of the organisation, especially in the public sector, process digitalisation, technological development, interpretation of regulations for the definition of information requirements and verification logics). Review articles (i.e., 7) were excluded from the qualitative coding process, which was focused on empirical research works (i.e., 65) (Fig. 1).

DATA COLLECTION		LITERATURE SEARCH		MANUAL SEARCH	
		IDENTIFICATION		research articles: n = 6 review articles: n = 2 review conference paper: n = 1 research conference papers: n = 15 non-indexed publications: n = 24	
		SCREENING			
		INCLUDE			
		TITLE-ABS-KEY ([construction OR building] AND ["building permit process" OR "digital building permit" OR "e-permit"]) AND PUBYEAR > 2003 AND PUBYEAR < 2025 database: Scopus (n = 60)			
		other document types than scientific articles and conference papers: n = 3 other languages than English: n = 3 irrelevant studies: n = 7 records excluded: n = 13			
		research articles: n = 25 review articles: n = 4 conference papers: n = 19 records assessed for eligibility: n = 48			
		Review articles and conference papers: n = 7	Research articles: n = 31	Conference papers: n = 34	
		Studies included in the review: n = 72			
DATA ANALYSIS		QUANTITATIVE CODES			
		records included: n = 72 publication year journal conference			
		QUALITATIVE CODES			
		records excluded: n = 7	records included: n = 65 Digitalisation methods (GIS, BIM, GeoBIM) DBP pillars (organisation, process, technology, regulations and information requirements)		

GIS, BIM e GeoBIM applicati al DBP

Un primo passo verso la digitalizzazione dei processi autorizzativi è rappresentato dall'adozione del GIS (*Geographic information system*) con un primo studio di Abdel *et al.* (2012) che individuava nella mancanza di dati un limite nella gestione efficace della procedura di rilascio del permesso di costruire, ritenendo che l'implementazione del GIS avrebbe potuto migliorare la qualità del processo decisionale, oltre che facilitare la condivi-

Results

Quantitative analysis of the selected publications

Fig. 2 shows the annual number of relevant conference papers and journal articles published yearly from 2004 to 2025. The analysis of the available literature revealed that 36 publications were included in conference proceedings, while 36 research works were reported in journal articles. The *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* (9), the *European Conference of Computing in Construction* (4) and the *Linked Data in Architecture and Construction* (4) proceedings are the most significant ones for the DBP topic. Journal articles are mainly published in *Advanced Engineering Informatics* (5), *Journal of Information Technology in Construction* (4), *Buildings* (4), and in the *Journal*

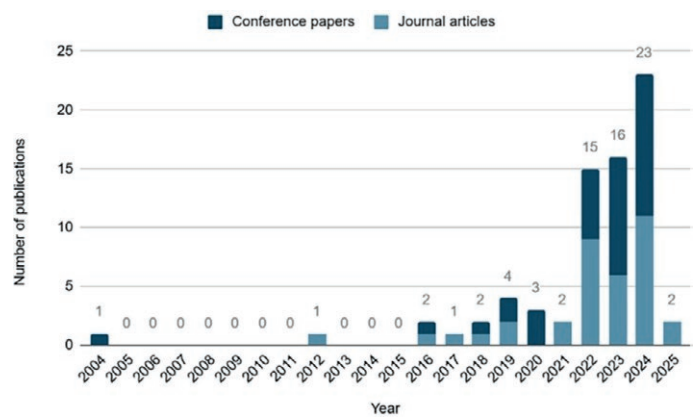
of Civil Engineering and Management (4) (Fig. 3). Two aspects are relevant for this discussion. In 2004, Hoogwout and Velde (2004) developed a feasibility study for the adoption of a DBP application in the Netherlands, one of the EU countries that is still leading the research activities with a focus on the development of advanced technologies and data model specifications within a GeoBIM environment (Hakim *et al.*, 2024). Moreover, an increasing number of publications about DBP has been published from 2020, when the new industrial strategy for the EU was issued, and even more from the publication of the transition pathway for construction in 2023. Contextually, the impact of the EU innovation actions on DBP is evident in 2024: 22 publications (i.e., 30.6%) are outcomes of the EU actions, with the three projects balanced in publishing (Fig. 4).

02 | Numero di prodotti della ricerca pubblicati annualmente dal 2004 al 2025
Number of relevant journal articles and conference papers published yearly from 2004 to 2025

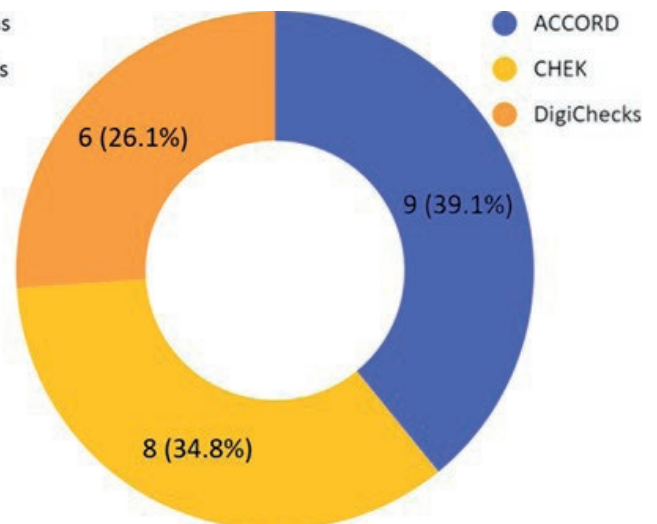
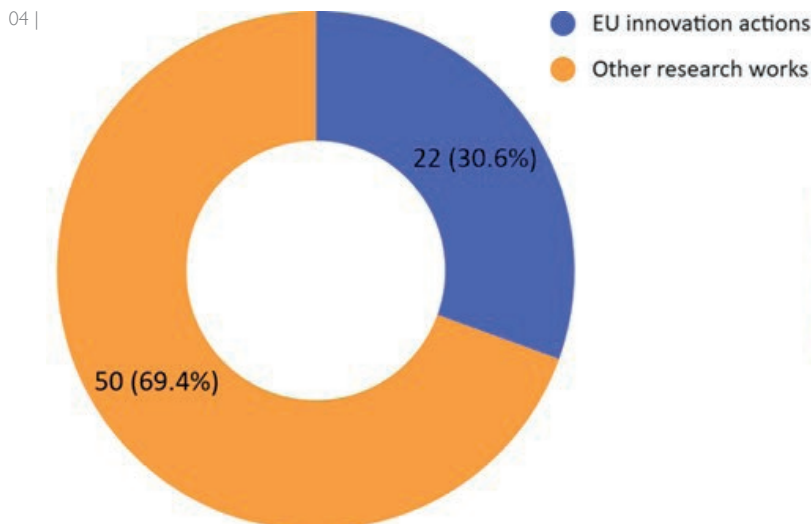
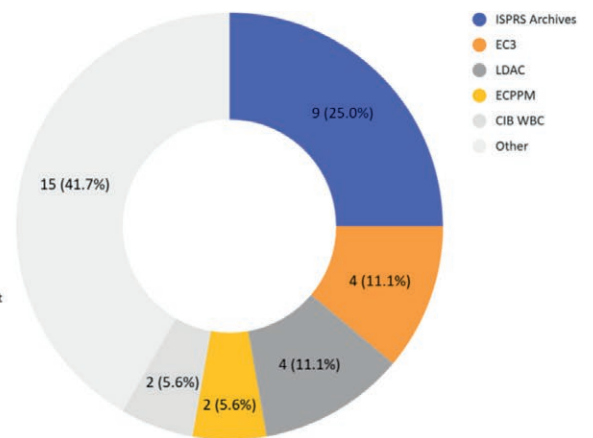
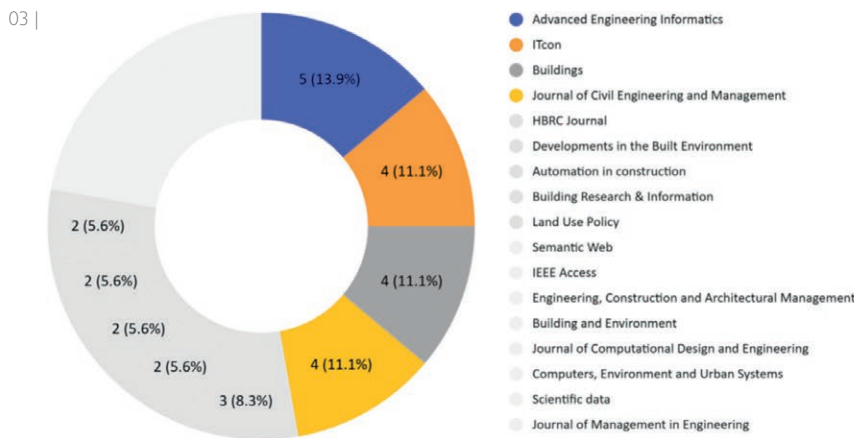
03 | Riviste e conferenze più rilevanti per la ricerca sul DBP
Journals and conferences relevant for the DBP topic

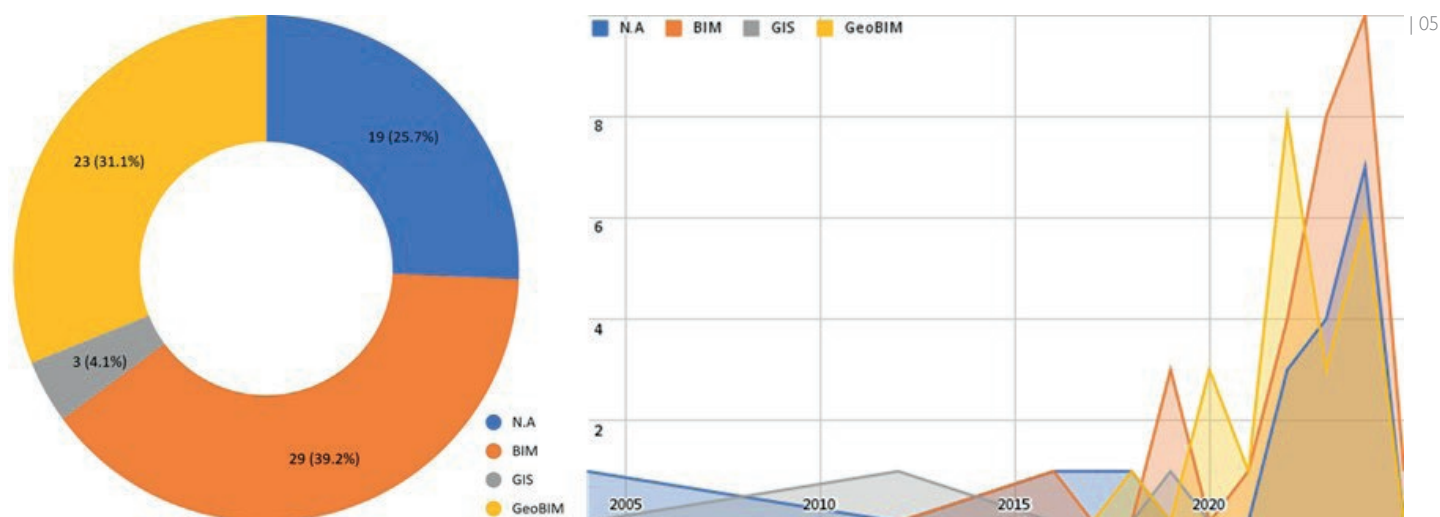
04 | Prodotti della ricerca delle EU innovation action (sinistra) e loro distribuzione tra i tre sister project (destra)
Publications from the EU innovation actions (left) and their distribution in the three sister projects (right)

sione delle informazioni tra gli *stakeholder*. Anticipando ciò che sarebbe accaduto in seguito con l'adozione del BIM, lo studio evidenziava la necessità di sviluppare strategie di gestione a livello organizzativo per comprendere le effettive implicazioni dell'innovazione in termini di implementazione ed operatività. L'adozione del BIM, metodo di digitalizzazione prevalentemente discusso in letteratura per la digitalizzazione dei processi autorizzativi (Fig. 5), è stata menzionata per la prima volta in Park *et al.* (2016) che, basandosi su quanto già svolto nel più generale contesto dell'ACC (*Automated Compliance Checking*), ha sviluppato un primo codice per la formalizzazione dei regolamenti edilizi in un formato *machine-readable*. Chognard *et al.* (2018), invece, ha menzionato per la prima volta l'adozione congiunta



di BIM e GIS applicata al DBP sviluppando una procedura digitalizzata per il rilascio del permesso di costruire nel cantone di Ginevra, caso studio ancora oggi considerato fondamentale, ed aprendo così la strada al concetto di GeoBIM. A partire dal 2020, il DBP è diventato un tema ampiamente discusso in Europa⁷ ed internazionalmente (ad es. Guler and Yomralioglu, 2021) e si è confermata l'importanza dell'integrazione di informazioni geospaziali ed edilizie per un'adozione efficace della sua digitalizzazione (Noardo *et al.*, 2020b) (Fig. 5).





Pilastri del Digital Building Permit

Quattro sono i pilastri del DBP (Noardo *et al.*, 2020a): (1) digitalizzazione dell'organizzazione e (2) del processo, (3) sviluppo della necessaria tecnologia, (4) interpretazione di normative e definizione di requisiti informativi (Fig. 6). Il tema dell'interpretazione dei testi normativi e della definizione dei relativi requisiti informativi per la preparazione di modelli BIM e 3D *city model* è l'argomento maggiormente approfondito in letteratura (Fig. 6), la quale affronta la digitalizzazione di controlli classici della procedura di rilascio del permesso di costruire quali, ad esempio, l'altezza degli edifici, le distanze tra edifici, dal confine di proprietà o dalle strade (Noardo *et al.*, 2020b), così come altre verifiche rilevanti in alcuni Paesi europei come la normativa anticendio (Fischer *et al.*, 2024). Fondamentale, parlando di ambito pubblico, il ruolo degli standard per la specifica dei requisiti informativi in formati neutri quali IFC (*Industry*

Foundation Classes) (Noardo *et al.*, 2021) e, più recentemente, IDS (*Information Delivery Specification*) (Fischer *et al.*, 2024), ma anche CityGML o INSPIRE per l'adozione di un approccio geospaziale al tema (Noardo *et al.*, 2024). Significativa anche l'analisi sistematica del processo per il rilascio del permesso di costruire, studiato fin dall'inizio dell'arco temporale considerato come prerequisito per la sua efficace dematerializzazione e digitalizzazione (Bloch and Fauth, 2023). Un lavoro rilevante in tal senso è rappresentato da Fauth *et al.* (2024a) che ha condotto una valutazione comparativa del processo per il rilascio del permesso di costruire in 17 Paesi europei per comprenderne elementi comuni e differenze a livello comunitario. Anche lo sviluppo tecnologico è, ovviamente, di rilievo per l'adozione del DBP e comprende l'adozione di piattaforme decentralizzate e *web-based* per la gestione del processo oltre che strumenti per l'automazione dei controlli normativi, inclusa la validazio-

GIS, BIM and GeoBIM implementation for the DBP use case

GIS adoption is mentioned as a first step towards the digitalisation of the building permit process. Abdel *et al.* (2012) identified the lack of data as a difficulty in the process management, and discussed how the implementation of GIS could have improved the quality of decision-making and facilitated information sharing among stakeholders. Anticipating what would later happen with the adoption of BIM, they also highlighted how management strategies at organisational level should have been developed to understand the implication of this innovation. BIM is first mentioned in Park *et al.* (2016), who, extending the research already ongoing at a wider scale on ACC (Automated Compliance Checking), developed a domain-specific computer language to repre-

sent building regulatory sentences as explicit computable rules. The joint adoption of BIM and GIS was first mentioned in Chognard *et al.* (2018), who developed a DBP procedure for the canton of Geneva in Switzerland, which is still considered to be a front-runner case study, and introduced the concept of GeoBIM. Since 2020, BIM has become a significant topic for DBP. Indeed, it is now regularly discussed in Europe⁷ and internationally (e.g., Guler and Yomralioglu, 2021). The importance of integrating geospatial and building information for the successful adoption of digitalisation in the building permit process is confirmed (Noardo *et al.*, 2020b) (Fig. 5).

Pillars of Digital Building Permit

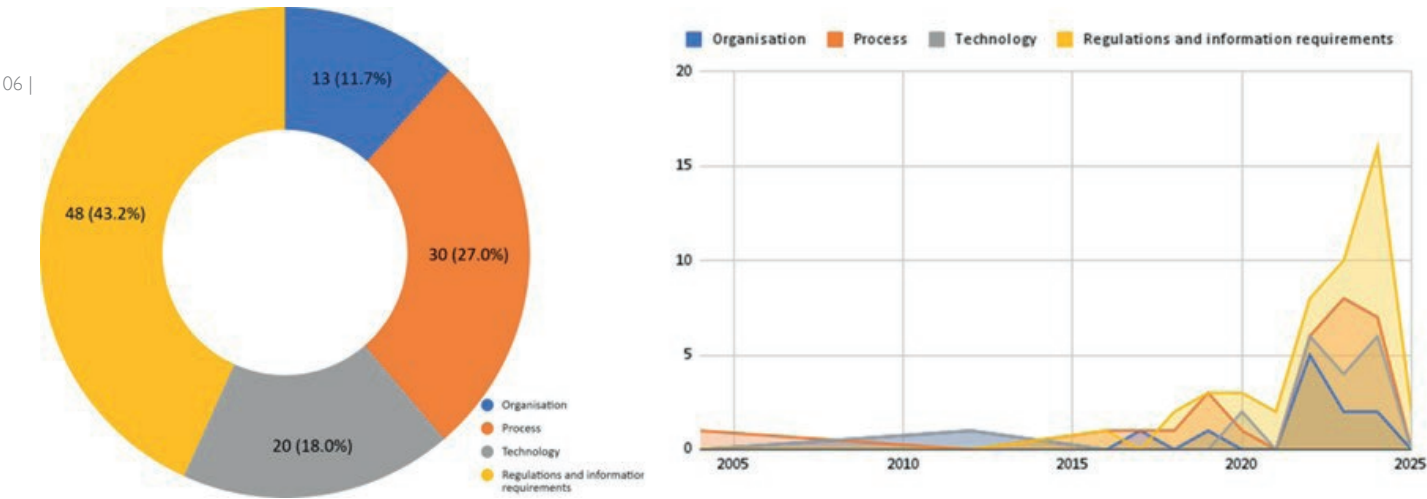
There are four pillars for the digitalisation of the building permit process (Noardo *et al.*, 2020a): (1) digitalisa-

tion of the organisation and (2) of the process, (3) development of the necessary technology, (4) interpretation of regulations and definition of relevant information requirements (Fig. 6). The interpretation of building regulations and the definition of relevant information requirements for the preparation of BIM and 3D city models is the most investigated topic according to the available literature (Fig. 6). It refers to the essential step of interpreting the natural text of building regulations to extract information that is useful for formalising regulations in a machine-readable format, and for creating BIM (Eastman *et al.*, 2009) and 3D city models. Information requirements for the DBP use case have been defined for checks within the scope of the building permit procedure such as building height, distances between buildings or from parcel boundaries and roads

(Noardo *et al.*, 2020b), as well as for fire regulations, which are relevant for building permits in some European countries (Fischer *et al.*, 2024). Considering the role of public authorities in DBP, the role of standards is crucial for the specification of information requirements in neutral formats such as IFC (*Industry Foundation Classes*) (Noardo *et al.*, 2021) and, more recently, IDS (*Information Delivery Specification*) for buildings (Fischer *et al.*, 2024) and CityGML or INSPIRE for the geospatial context (Noardo *et al.*, 2024). A significant number of publications focuses on the analysis of the building permit process, which has been discussed since the beginning of the considered timespan as a prerequisite towards dematerialisation and digitalisation (Bloch and Fauth, 2023). A significant study is presented by Fauth *et al.* (2024a), who developed a com-

06 | Pilastri del DBP (sinistra) e loro distribuzione per anno (destra)
Pillars of DBP (left) and their distribution per year (right)

07 | Classificazione dei risultati per ciascun pilastro del DBP con i relativi pesi
Classification of results for each DBP pillar with their weights



ne qualitativa degli aspetti semantici dei database prodotti (van Berlo *et al.*, 2024). L'argomento meno trattato nella letteratura esistente, invece, seppur centrale per un'efficace adozione del DBP come richiesta dalle strategie europee, è quello relativo alle esigenze e alle sfide delle organizzazioni, soprattutto della PA. Come sottolineato da Ullah *et al.* (2022), l'effettiva complessità legale dei processi autorizzativi, insieme alla mancanza di consapevolezza delle implicazioni organizzative legate alla digitalizzazione, costituiscono un limite effettivo all'innovazione, evidenziando l'importanza di strategie di *upskilling* e *reskilling* per la qualificazione del personale (Fig. 7).

Temi emergenti

L'analisi qualitativa della letteratura ha evidenziato alcuni temi emergenti per ogni pilastro del DBP, a partire da quanto attual-

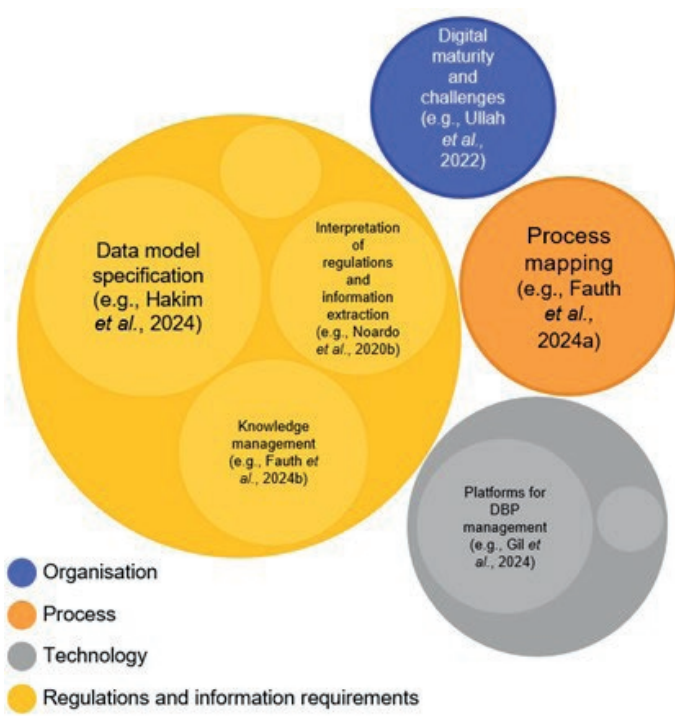
parative evaluation of building permit processes in 17 European countries in order to understand common elements and differences at the European level. The technological pillar is, of course, also relevant to the adoption of DBP. It includes the adoption of decentralised and web-based platforms for process management as well as tools for the automation of regulatory checks, including the qualitative formal validation of the semantic reliability of data models (van Berlo *et al.*, 2024). Although central to an effective adoption of DBP as required by European strategies, the topic less addressed in the existing literature is related to the needs and challenges of organisations, especially public authorities. Ullah *et al.* (2022) pointed out that, along with the actual legal complexity of authorisation processes, the lack of awareness of the organisational and technological

implications of digitalisation is a limitation, especially in the public sector, highlighting the importance of upskilling and reskilling strategies for human resources (Fig. 7).

Emerging topics

The qualitative analysis of the literature revealed some emerging themes for each pillar of the DBP, starting with the current developments within the three European innovation actions (Fig. 8). The "DigiChecks" project has revealed the need to orchestrate the DBP process within a distributed and open platform for interoperable data sharing, in line with the broader European data strategy⁸ (Gil *et al.*, 2024). An important outcome of "ACCORD" is the implementation of artificial intelligence to automate the interpretation of regulatory texts and the information extraction process for defining information

mente in corso di sviluppo nell'ambito delle *innovation action* europee (Fig. 8). Da "DigiChecks" emerge la necessità di orchestrare i processi autorizzativi all'interno di un'infrastruttura distribuita e aperta per la condivisione interoperabile dei dati, anche nell'ambito della più ampia *European strategy for data*⁸ (Gil *et al.*, 2024). Sono significativi, inoltre, i risultati di "ACCORD" relativamente all'implementazione dell'intelligenza artificiale per l'automazione dell'interpretazione dei testi normativi e il processo di estrazione delle informazioni per la definizione di requisiti informativi e logiche di verifica *machine*-

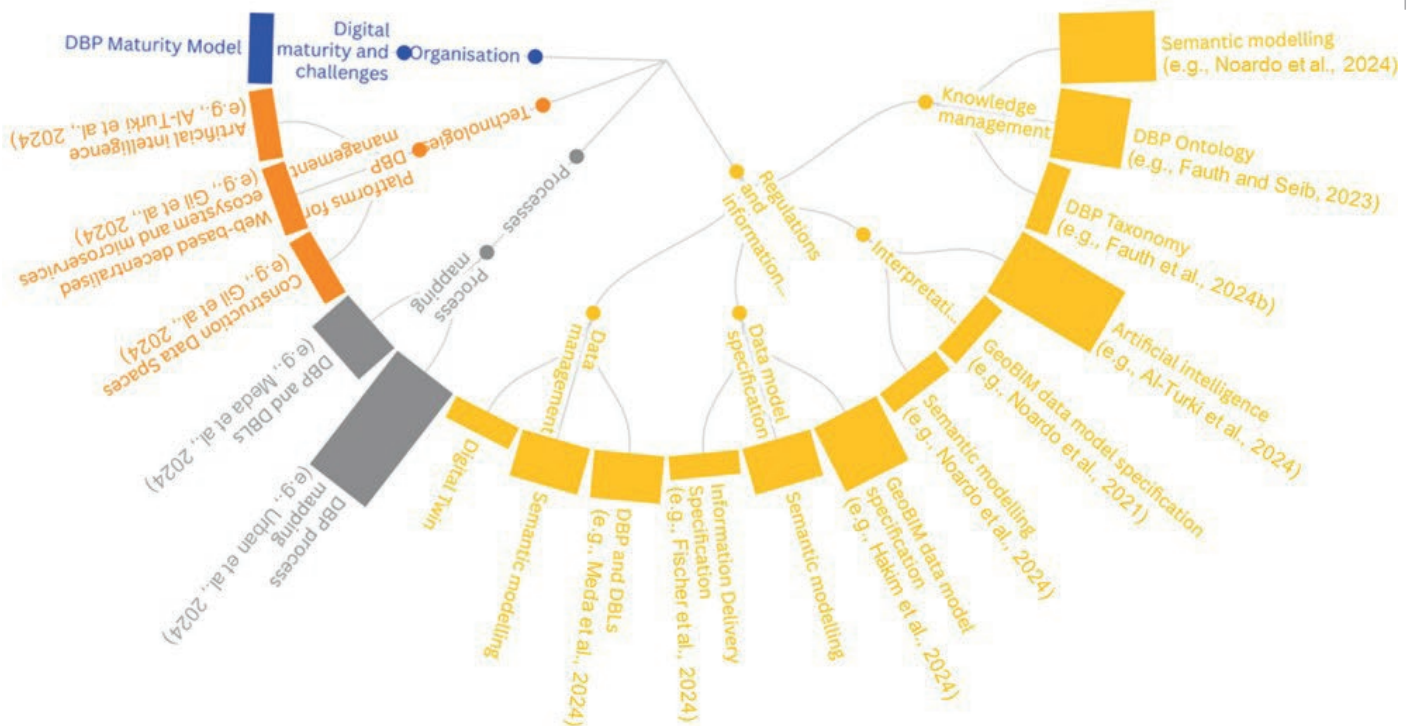


readable, inclusa l'adozione di LLMs (*Large Language Models*) e tecniche di *active learning* (Al-Turki *et al.*, 2024). Da "CHEK" emerge la necessità di approfondire le tecniche di *semantic modelling* orientate alla definizione di requisiti informativi Geo-BIM (Noardo *et al.*, 2024), con un focus sui temi dell'interoperabilità e delle relative esigenze di georeferenziazione (Hakim *et al.*, 2024). A livello internazionale, inoltre, iniziano a diffondersi primi esempi di formalizzazione di processi autorizzativi digitalizzati (Urban *et al.*, 2024), oltre che ontologie (Fauth and Seib, 2023) e tassonomie (Fauth *et al.*, 2024b) specifiche per il dominio del DBP. Infine, un argomento rilevante, nell'ottica di un approccio orientato al ciclo di vita di un'opera, centrale nelle strategie europee per la *twin transition* delle costruzioni, è l'identificazione delle possibilità di gestione integrata dei dati tra il DBP e il fascicolo digitale del fabbricato (Meda *et al.*, 2024).

Conclusioni

Conclusioni La digitalizzazione dei processi autorizzativi è una componente strategica della *twin transition* dell'ecosistema industriale delle costruzioni, in quanto rappresenta un'opportunità per migliorare la trasparenza e la collaborazione di tutta la filiera attraverso un approccio *data-driven*. Il trasferimento tecnologico in tale ambito mira a valorizzare processi alternativi a quelli documentali, considerando in modo integrato aspetti di innovazio-

ne di processo, sviluppo tecnologico e acquisizione di conoscenze digitali nelle procedure amministrative. Lo studio presentato evidenzia l'impatto che i *sister project* hanno avuto, dal 2022, in componenti chiave del trasferimento tecnologico applicato alla digitalizzazione dei processi autorizzativi, quali lo sviluppo di piattaforme digitali interoperabili, l'adozione della gestione informativa digitale delle costruzioni per la verifica automatizzata del progetto, l'identificazione degli aspetti chiave del processo stesso ai fini di una sua semplificazione ed armonizzazione. Tra questi, l'implementazione dell'intelligenza artificiale per l'interpretazione del linguaggio naturale di testi normativi, l'adozione di tecniche di gestione della conoscenza per l'integrazione di molteplici fonti di dati e un approccio multipiattaforma, decentralizzato ed interoperabile risultano centrali per future attività di ricerca. Un limite dello studio proposto è che, focalizzandosi su progetti ancora in corso, necessiterebbe di un'analisi aggiornata dalla fine del 2025. Al contempo, però, appare al momento evidente una lacuna nella letteratura esistente su questioni rilevanti per il settore pubblico, come il ruolo delle organizzazioni e la necessità di investire in strategie di *upskilling* e *reskilling* per promuovere una effettiva maturità digitale della PA. In futuro, si potrebbe valutare la scalabilità delle soluzioni sviluppate a livello europeo nel contesto nazionale, a partire dalla loro integrazione con le piattaforme di dematerializ-



zazione ad oggi già ampiamente utilizzate, così come la loro potenziale influenza sui quadri giuridici e normativi. Le implicazioni legali della digitalizzazione, infatti, sono un ambito non ancora adeguatamente sviluppato nella ricerca internazionale sul tema.

RICONOSCIMENTI

Lo studio è stato cofinanziato dal programma Horizon Europe (progetto CHEK - Grant Agreement No. 101058559) e dal Ministero dell'Università e della Ricerca (MUR) nell'ambito del bando PRIN 2022 (progetto digITER - Prot. 2022ZMY5SN, CUP: D53C24004240006).

NOTE

¹ È esclusa dall'ambito della trattazione la verifica del progetto ai fini della validazione come nell'ambito dei contratti pubblici.

² Digital environment for management of permits and compliance in building and construction (10.3030/101058541). PI: FCC Construction SA. Contributo UE: € 5.063.743,75. <https://digichecks.eu/>.

³ Automated Compliance Checks for Construction, Renovation or Demolition Works (10.3030/101056973). PI: VTT. Contributo UE: € 3.825.657,00. <https://accordproject.eu/>.

⁴ Change toolkit for digital building permit (10.3030/101058559). PI: TU Delft. Contributo UE: € 4.917.856,07. <https://chekdbp.eu/>.

⁵ www.digiplaceproject.eu

⁶ Ricerca svolta il 5 febbraio 2025.

⁷ <https://eu4dbp.net>

⁸ <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/strategy-data>

requirements and machine-readable verification logics. This includes the adoption of LLMs (Large Language Models) and active learning techniques (Al-Turki *et al.*, 2024). Significant results have emerged from “CHEK” about the specification of GeoBIM data, including semantic modelling techniques for defining GeoBIM information requirements (Noardo *et al.*, 2024), with a focus on interoperability issues and georeferencing requirements (Hakim *et al.*, 2024). Moreover, the first examples of the formalisation of the digital building permit process (Urban *et al.*, 2024), as well as DBP-specific ontologies (Fauth and Seib, 2023) and taxonomies (Fauth *et al.*, 2024b) for both process and data knowledge management, have emerged internationally. Finally, a relevant topic from the perspective of a life-cycle oriented approach, which is central in the European strate-

gies for the twin transition in the construction industry, is the identification of overlaps and potential integrated data management between DBP and Digital Building Logbooks (Meda *et al.*, 2024).

Conclusions

The digitalisation of the building permit process is a strategic component of the twin transition of the construction ecosystem as it provides an opportunity to enhance transparency and collaboration throughout the entire construction value chain by means of a data-driven approach. DBP-related technology transfer aims to enhance data-driven processes over document-based ones by considering aspects of process innovation, technology development, and digital knowledge acquisition in administrated procedures in an integrated way. The research high-

REFERENCES

- Abdel Wahed, M. M., El Barmalgy, M. M. and Haggag, M. R. (2012), “Towards an advanced mechanism to benefit from information systems in issuance of building permits”, *HBRC journal*, Vol. 8, n. 1, pp. 58-63, available at: <https://doi.org/10.1016/j.hbrj.2012.08.007>.
- Al-Turki, D., Hettiarachchi, H., Gaber, M. M., Abdelsamea, M. M., Basurra, S., Iranmanesh, S., Saadany, H. and Vakaj, E. (2024), “Human-in-the-loop: Learning with LLMs for efficient rase tagging in building compliance regulations”, *IEEE Access*, Vol. 12, pp. 185291-185306, available at: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3512434>.
- Bloch, T., and Fauth, J. (2023), “The unbalanced research on digitalization and automation of the building permitting process”, *Advanced Engineering Informatics*, Vol. 58, 102188, available at: <https://doi.org/10.1016/j.aei.2023.102188>.
- Chognard, S., Dubois, A., Benmansour, Y., Torri, E. and Domer, B. (2018), “Digital construction permit: A round trip between GIS and IFC”, *Proceedings of the EG-ICE Workshop, Lausanne, Switzerland, June 11-13, 2018*, pp. 287-306, available at: https://doi.org/10.1007/978-3-319-91638-5_16.
- D.Lgs. 36/2023, *Codice dei contratti pubblici*, available at: <https://www.normattiva.it/uri-res/N2Ls?urn:nir:stato:decreto.legislativo:2023-03-31;36> (Accessed on 27/06/2025).
- Eastman, C., Lee, J. M., Jeong, Y. S. and Lee, J. K. (2009), “Automatic rule-based checking of building designs”, *Automation in construction*, Vol. 18, n. 8, pp. 1011-1033, available at: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2009.07.002>.
- EU Commission (2020), *A new industrial strategy for Europe*, available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:52020DC0102> (Accessed on 15/02/2025).
- EU Commission (2023), *Transition pathway for construction*, available at: <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/53854> (Accessed on 15/02/2025).

lights the impact of the three Horizon Europe sister projects on key technology transfer components applied to the digitalisation of the building permit process. These include the development of interoperable platforms for process management, the adoption of information management techniques for automated compliance checking, and the identification of key process aspects for simplification and harmonisation. Central to future research activities are the implementation of artificial intelligence for interpreting regulatory texts in natural languages, the adoption of knowledge management techniques for integrating multiple data sources, and a multi-platform, decentralised and interoperable approach. A limitation of the proposed study is that, since it focuses on ongoing projects, an updated analysis will be required at the end of 2025. How-

ever, a gap in the existing literature on issues relevant to the public sector is already evident, such as the role of organisations and the need to invest in upskilling and reskilling strategies to promote effective digital maturity within public authorities. In future, the scalability of solutions developed at a European level within a national context could be assessed, beginning with their integration with dematerialisation platforms that are already widely used at present, as well as their potential influence on legal and regulatory frameworks. In fact, the legal implications of the digitalisation of the building permit process have not been adequately explored yet in the available international literature.

ACKNOWLEDGMENTS

This study has been co-funded by the European Union's Horizon Europe

EU Commission (2024), *High level construction forum. 4th Meeting report*, available at: <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/60434> (Accessed on 15/02/2025).

Fauth, J. and Seif, S. (2023), "Ontology for building permit authorities (OBPA) for advanced building permit processes", *Advanced Engineering Informatics*, Vol. 58, 102216, available at: <https://doi.org/10.1016/j.aei.2023.102216>.

Fauth, J., Bloch, T., Noardo, F., Nisbet, N., Kaiser, S. B., Gade, P. N. and Tekavec, J. (2024b), "Taxonomy for building permit system-organizing knowledge for building permit digitalization", *Advanced Engineering Informatics*, Vol. 59, 102312, available at: <https://doi.org/10.1016/j.aei.2023.102312>.

Fauth, J., Nørkjær Gade, P., Kaiser, S., Raj, K., Goul Pedersen, J., Olsson, P. O., Nisbet, N., Mastrolembo Ventura, S., Hirvensalo, A., Granja, J., Urban, H., Rutešić, S., Verstraeten, R., Raitviir, C., Kallinen, A., Schranz, C., Stojanov, T. and Tekavec, J. (2024a), "Investigating building permit processes across Europe: characteristics and patterns", *Building Research & Information*, Vol. 53, pp. 417-434, available at: <https://doi.org/10.1080/09613218.2024.2400467>.

Fischer, S., Urban, H., Schranz, C., Loibl, P. and van Berlo, L. (2024), "Extending information Delivery Specifications for digital building permit requirements", *Developments in the Built Environment*, Vol. 20, 100560, available at: <https://doi.org/10.1016/j.dibe.2024.100560>.

Gil, G., Diez, F. J., Romero, R., Lazaro, I. and Fernandez, I. (2024), "Construction Data Space for Building Permit Management", *Proceedings of the EC3 Conference, Chania, Crete, Greece, July 14-17, 2024*, pp. 191-197, available at: <https://doi.org/10.35490/EC3.2024.268>.

Guler, D. and Yomralioglu, T. (2021), "A reformative framework for processes from building permit issuing to property ownership in Turkey", *Land Use Policy*, Vol. 101, 105115, available at: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.105115>.

Hakim, A., Arroyo Otori, K., van der Vaart, J., El Yamani, S. and Stoter, J. (2024), "Enhancing Georeferencing of IFC Models through Surveyed Points Integration", *ISPRS Archives*, Vol. 48, pp. 41-47, available at: <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLVIII-4-W11-2024-41-2024>.

programme (CHEK project - Grant Agreement No. 101058559) and the Ministero dell'Università e della Ricerca (MUR) PRIN 2022 call (digITER project - Prot. 2022ZMY5SN, CUP: D53C24004240006).

NOTES

¹ The automation of compliance checking as required for the validation of public works is not within the scope of this paper.

² Digital environment for management of permits and compliance in building and construction (10.3030/101058541). PI: FCC Construction SA. EU contribution: € 5,063,743.75. <https://digichecks.eu/>.

³ Automated Compliance Checks for Construction, Renovation or Demolition Works (10.3030/101056973). PI: VTT. EU contribution: € 3.825.657,00. <https://accordproject.eu/>.

⁴ Change toolkit for digital building permit (10.3030/101058559). PI: TU Delft. EU contribution: € 4,917,856.07. <https://chekdbp.eu/>.

⁵ www.digiplaceproject.eu

⁶ 5th of February 2025.

⁷ <https://eu4dbp.net/>

⁸ <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/strategy-data>

Hoogwout, M. and te Velde, R. (2004), "Digital building permit application: a feasibility study for a shared services solution in The Netherlands", *Proceedings of EGOV Conference, Zaragoza, Spain, August 30-September 3, 2004*, pp. 234-239, available at: https://doi.org/10.1007/978-3-540-30078-6_38.

Méda, P., Fauth, J., Schranz, C., Sousa, H. and Urban, H. (2024), "Twinning the path of digital building permits and digital building logbooks", *Developments in the Built Environment*, Vol. 20, 100573, available at: <https://doi.org/10.1016/j.dibe.2024.100573>.

Noardo, F., Atkinson, R. A., Villar, A., Zaborowski, P. and Simonis, I. (2024), "Profiling standards to improve practical interoperability", *ISPRS Archives*, Vol. 48, pp. 359-366, available at: <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLVIII-4-2024-359-2024>.

Noardo, F., Malacarne, G., Mastrolembo Ventura, S., Tagliabue, L. C., Ciri-bini, A. L. C., Ellul, C., Guler, D., Harrie, L., Senger, L., Waha, A., and Stoter, J. (2020a), "Integrating expertises and ambitions for data-driven digital building permits", *ISPRS Archives*, Vol. 44, pp. 103-110, available at: <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLIV-4-W1-2020-103-2020>.

Noardo, F., Wu, T., Arroyo Otori, K., Krijnen, T., Tezerdi, H. and Stoter, J. (2020b), "GeoBIM for digital building permit process: Learning from a case study in Rotterdam", *ISPRS Archives*, Vol. 6, pp. 151-158, available at: <https://doi.org/10.5194/isprs-annals-VI-4-W1-2020-151-2020>.

Noardo, F., Wu, T., Otori, K. A., Krijnen, T. and Stoter, J. (2021), "IFC models for semi-automating common planning checks for building permits", *Automation in Construction*, Vol. 134, 104097, available at: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.104097>.

Park, S., Lee, Y. C. and Lee, J. K. (2016), "Definition of a domain-specific language for Korean building act sentences as an explicit computable form", *ITcon*, Vol. 21, available at: <http://www.itcon.org/2016/26> (Accessed on 27/06/2025).

Ullah, K., Witt, E. and Lill, I. (2022), "The BIM-based building permit process: Factors affecting adoption", *Buildings*, Vol. 12, n.1, 45, available at: <https://doi.org/10.3390/buildings12010045>.

Urban, H., Fischer, S. and Schranz, C. (2024), "Adapting to an OpenBIM building permit process: A case study using the example of the city of Vienna", *Buildings*, Vol. 14, n. 4, 1135, available at: <https://doi.org/10.3390/buildings14041135>.

van Berlo, L., Costa, G., Klooster, R., Breitenfelder, K., Lavikka, R., Schneider, K. and Paasiala, P. (2024), "BIM Information reliability consequences for digital permit checking", *Proc. of CIB W78 2024*, available at: https://itc.scix.net/pdfs/w78-2024-paper_37.pdf (Accessed on 27/06/2025).

Zhang, Z., Ma, L., and Nisbet, N. (2023), "Unpacking ambiguity in building requirements to support automated compliance checking", *Journal of Management in Engineering*, Vol. 39, n. 5, 04023033, available at: <https://doi.org/10.1061/JMENEA.MEENG-5359>.