

aprile 2019

RIVISTA FONDATA  
NEL 1979  
ANNO XLI



# L'UFFICIO TECNICO

MENSILE DI TECNICA EDILIZIA, URBANISTICA ED AMBIENTE PER AMMINISTRAZIONI PUBBLICHE PROFESSIONISTI E COSTRUTTORI

Realtà aumentata  
per edifici ad alta  
efficienza energetica

SCIA edilizia  
e potere di intervento  
della P.A.

Agenti biodeteriogeni  
sui sistemi impermeabili  
delle coperture

Convenzioni  
urbanistiche: obbligazioni  
e inadempimenti



  
MAGGIOLI  
EDITORE



## Efficienza energetica, tecnologie sostenibili e innovazione

a cura di *Andrea Boeri*

- 5** La realtà aumentata nella progettazione, prefabbricazione, costruzione e ispezione di edifici ad alta efficienza energetica  
*di Emanuele Piaia, Beatrice Turillazzi, Chiara Mariotti e Amir Djalali*
- 11** Un po' ciclabile e un po' metropolitana. A Padova il progetto di "Bicipolitana"  
*Pietro Farinati*

## Ambiente

a cura di *Massimo Busà e Paolo Costantino*

- 20** Ambiente e rifiuti per le strade
- 21** Pratiche agricole e smaltimento di rifiuti
- 21** Abbandono di rifiuti e inquinamento ambientale
- 23** Attività organizzate per traffico illecito di rifiuti: qual è il luogo di commissione del reato?  
*di Massimo Busà*

## Giurisprudenza commentata

- 26** Le sentenze commentate de *L'Ufficio Tecnico*  
*a cura della Redazione*

## Teoria e pratica professionale

### Ambiente

- 30** La disciplina delle terre e rocce da scavo: adempimenti per la corretta gestione, illeciti e sanzioni  
*di Gaetano Alborino*

### Architettura e ingegneria

- 47** Materiali in equilibrio: architettura e manifattura additiva  
*di Ingrid Paoletti*

### Edilizia

- 54** SCIA edilizia e poteri di intervento del comune  
*di Paola Minetti*



### Direttore Responsabile

Manlio Maggioli

### Direttore Scientifico

Ermene Dalprato (Ingegnere, Professore a contratto in "Pianificazione territoriale e urbanistica" Università degli Studi della Repubblica di San Marino)

### Comitato Scientifico

Roberto Brioli (Ingegnere, già Direttore compartimentale del Dipartimento del Territorio) – Marco Catalano (Magistrato della Corte dei Conti) – Giuseppe Ciaglia (Avvocato in Roma, professore a contratto di Legislazione delle Opere Pubbliche, Urbanistica ed Edilizia presso l'Università dell'Aquila, docente della S.s.p.a. e della S.s.p.a.l.) – Antonino Cimellaro (Avvocato amministrativista patrocinante in Cassazione) – Pietromaria Davoli (Professore ordinario di Tecnologia dell'Architettura dell'Università di Ferrara) – Aldo Norsa (Già Ordinario di Tecnologia dell'Architettura dell'Università IUAV di Venezia) – Mario Petrulli (Avvocato e Consulente enti locali in materia edilizia e urbanistica) – Elisabetta Righetti (Responsabile U.O. Servizi giuridici-amministrativi del Comune di Rimini) – Stefano Stanghellini (Ordinario di Estimo dell'Università Iuav di Venezia) – Daniele Sterrantino (Avvocato amministrativista – Docente presso le Università LUMSA e LUISS BUSINESS School di Roma) – Valeria Tarroni (Responsabile del servizio pianificazione, edilizia privata e ambiente p.a. di Comune)

### Redazione

Mauro Ferrarini

### Progetto grafico

Niki Caragiulo

### Collaborazioni

Per l'invio di articoli si prega di fare riferimento al seguente indirizzo e-mail: [redazione@maggioli.it](mailto:redazione@maggioli.it) oppure Redazione Ufficio Tecnico – Via del Carpino 8, 47822 Santarcangelo di Romagna (RN)

### Tutti i diritti riservati

È vietata la riproduzione, anche parziale, del materiale pubblicato senza autorizzazione dell'Editore.

Le opinioni espresse negli articoli appartengono ai singoli autori, dei quali si rispetta la libertà di giudizio, lasciandoli responsabili dei loro scritti.

L'autore garantisce la paternità dei contenuti inviati all'editore mantenendo quest'ultimo da ogni eventuale richiesta di risarcimento danni proveniente da terzi che dovessero rivendicare diritti su tali contenuti.

### Direzione amministrazione e diffusione

Maggioli Editore  
presso c.p.o. Rimini  
Via Coriano 58 – 47924 Rimini  
Tel. 0541/628111 – Fax 0541/622100  
Maggioli Editore è un marchio Maggioli s.p.a.





**58** Non è possibile ottenere la riduzione della fascia di rispetto cimiteriale per la realizzazione di una struttura turistico-ricettiva  
*di Mario Petrulli*

**62** Patologia edilizia: i biodeteriogeni agenti sui sistemi impermeabili roofing  
*di Roberto Madorno, Mario Monardo*

#### Lavori pubblici

**77** Aspetti pratico-operativi delle novità introdotte dalla legge di bilancio in tema di lavori pubblici  
*di Stefano Usai*

#### Professione

**82** Il nuovo indice sintetico di affidabilità del settore "costruzioni": novità, applicazione e caratteristiche  
*di Silvio Rivetti*

#### Urbanistica

**85** Convenzioni urbanistiche: obbligazioni e inadempimenti  
*di Valeria Tarroni*

#### L'approfondimento

**90** La realizzazione di una tettoia e le valutazioni dell'Ufficio Tecnico comunale  
*di Mario Petrulli*

**97** Schede operative del codice dei contratti pubblici  
*a cura di Marco Agliata*

**106** In breve – Rassegna di legislazione  
*a cura di Alessandra Mineo*

**108** In breve – Rassegna di giurisprudenza  
*a cura di Alessandra Mineo*

**110** Quesiti  
*a cura di Mario Petrulli*



Servizio abbonamenti  
Tel. 0541/628200 – Fax 0541/622595  
abbonamenti.riviste@maggioli.it – www.periodicimaggioli.it

#### Pubblicità

Maggioli ADV – Concessionaria di pubblicità per Maggioli spa  
Via Del Carpino, 8 – 47822  
Santarcangelo di Romagna (RN)  
Tel. 0541/628736 – Fax 0541/624887  
e-mail: maggioliadv@maggioli.it  
sito: www.maggioliadv.it

#### Filiali

Milano – Via F. Albani, 21 – 20149 • Tel. 02/48545811 – Fax 02/48517108  
Bologna – Piazza VIII Agosto – Galleria del Pincio, 1 – 40126 • Tel. 051/229439 – 228676 – Fax 051/262036  
Roma – Piazza delle Muse, 8 – 00197 • Tel. 06/5896600 – 58301292 – Fax 06/5882342  
Bruxelles (Belgium) – Avenue d'Auderghem, 68 • Tel. +32 27422821 – Mob. +32 493061872 – e-mail: international@maggioli.it

#### Registrazione

Presso il Tribunale di Rimini del 19 febbraio 1979 al n. 162

#### Maggioli spa

Azienda con Sistema Qualità certificato ISO 9001:2008  
Iscritta al registro operatori della comunicazione

#### Stampa

Maggioli s.p.a. – Stabilimento di Santarcangelo di Romagna (RN)

#### Condizioni di abbonamento 2019

I prezzi dell'abbonamento annuale alla rivista "L'Ufficio Tecnico" sono i seguenti:

- > rivista in formato cartaceo + digitale Euro 310,00
- > rivista in formato digitale Euro 155,00 (comprensivo dell'IVA al 4% da versare all'Erario)

Il prezzo di una copia cartacea della rivista è di Euro 41,00

Il prezzo di una copia cartacea arretrata è di Euro 44,00

I Privati e Liberi professionisti possono attivare un abbonamento annuale alla rivista "L'Ufficio Tecnico" in formato cartaceo + digitale a Euro 179,00 (Prezzo promo).

L'abbonamento alla rivista "L'Ufficio Tecnico" dà diritto a ricevere gratuitamente i seguenti Servizi On line:

- Archivio Storico digitale dei precedenti numeri della rivista

- Appalti&Contratti Channel

Per ulteriori informazioni e per scoprire le promozioni attive visiti il sito [www.periodicimaggioli.it](http://www.periodicimaggioli.it).

Il pagamento dell'abbonamento può essere effettuato con il bollettino di c.c.p.n. 31666589 intestato a Maggioli spa - Periodici - Via Del carpino, 8 - 47822 Santarcangelo di Romagna (RN) oppure on line collegandosi al sito <http://shop.periodicimaggioli.it>. L'abbonamento decorre dal 1° gennaio con diritto di ricevimento dei fascicoli arretrati e avrà validità per un anno. La Casa

Editrice comunque, al fine di garantire la continuità del servizio, in mancanza di esplicita revoca, da comunicarsi in forma scritta entro il termine di 45 giorni successivi alla scadenza dell'abbonamento, si riserva di inviare il periodico anche per il periodo successivo. La disdetta non è comunque valida se l'abbonato non è in regola con i pagamenti. Il rifiuto o la restituzione dei fascicoli della rivista non costituiscono disdetta dell'abbonamento a nessun effetto. I fascicoli non pervenuti possono essere richiesti dall'abbonato non oltre 20 giorni dopo la ricezione del numero successivo.

Coloro che sono in regola con i pagamenti hanno diritto a richiedere gratuitamente entro l'anno la risoluzione di due quesiti di interesse generale.

I quesiti dovranno essere formulati per iscritto e inviati all'indirizzo e-mail: [servizio.quesiti@maggioli.it](mailto:servizio.quesiti@maggioli.it)

[www.periodicimaggioli.it](http://www.periodicimaggioli.it)

Tutti gli articoli sono disponibili anche on line, in formato PDF, alla pagina [www.periodicimaggioli.it](http://www.periodicimaggioli.it). Oltre ad accedere all'archivio storico della rivista, è possibile consultare in anteprima i fascicoli in corso di stampa.

**MAGGIOLI**  
EDITORE

[www.periodicimaggioli.it](http://www.periodicimaggioli.it)



# In questo numero

L'Ufficio Tecnico 4 • 2019

**L**a *Realtà Aumentata nell'edilizia ad alta efficienza energetica (a pag. 5)*: Gli edifici a basso consumo energetico presentano frequentemente un gap tra il livello di efficienza energetica stabilito in fase di progettazione con quello in esercizio. Gli strumenti di Realtà Aumentata basati sulla modellazione BIM offrono un efficace supporto in grado di rispettare le previsioni di performance energetica.

**T**erre e rocce da scavo, *guida operativa (a pag. 30)*: un vademecum pratico per professionisti e operatori della pubblica amministrazione sulla corretta gestione delle TRS (adempimenti, illeciti e sanzioni) alla luce del decreto c.d. Semplificazioni 135/2018.

**S**CIA edilizia e *poteri di intervento del comune (a pag. 54)*: tema oggetto di numerose sentenze e pronunce della giustizia amministrativa. L'approfondimento si rende necessario data la tenace resistenza delle amministrazioni nell'elaborare i concetti introdotti dalla più recente legislazione in materia di SCIA.

**P**atologia edilizia, *i danni causati dalle deiezioni degli uccelli e i biodeteriogeni (a pag. 62)*: in questi ultimi anni, nel settore delle impermeabilizzazioni, si parla sempre maggiormente di sistemi roofing, termine con il quale si indicano tutti quei sistemi impermeabili che possono essere lasciati a vista sulle coperture. L'articolo esamina i fenomeni di degrado di origine biologica, offrendo suggerimenti di ripristino e schede operative illustrate e commentate.

**L**avori pubblici, *aspetti pratico-operativi dopo la Legge di Bilancio 2019 (a pag. 77)*: La legge di bilancio (legge 145/2018) introduce alcune importanti deroghe in tema di procedimenti di acquisizione (in specie per i lavori ed in tema di "franchigia" dall'obbligo, per la p.a., di ricorrere al mercato elettronico per gli acquisti di beni e servizi).

... e inoltre, il progetto di "Bicipolitana" nel Comune di Padova, i nuovi indici di affidabilità nel settore "costruzioni", obbligazioni e adempimenti per le convenzioni urbanistiche, le nuove schede operative sull'applicazione del codice dei contratti, quesiti risolti e le ultime rassegne di legislazione e giurisprudenza di settore....

*redazionetecnica@maggioli.it*

# La realtà aumentata nella progettazione, prefabbricazione, costruzione e ispezione di edifici ad alta efficienza energetica

a cura di Andrea Boeri

► di Emanuele Piaia\*, Beatrice Turillazzi\*\*, Chiara Mariotti\*\*\* e Amir Djalali\*\*\*\*

\* Architetto, PhD, Ricamatore, Dipartimento di Architettura, Università di Ferrara

\*\* Architetto, PhD, Ricamatore, Dipartimento di Architettura, Università di Bologna

\*\*\* Architetto, PhD, Assegnista di ricerca, Dipartimento di Architettura, Università di Bologna

\*\*\*\* Architetto, PhD, Assegnista di ricerca, Dipartimento di Architettura, Università di Bologna



Figura 1 – INSITER (Fonte: <https://www.insiter-project.eu/en>)

Gli edifici a basso consumo energetico presentano frequentemente un gap tra il livello di efficienza energetica stabilito in fase di progettazione e quello in esercizio. Gli strumenti di Realtà Aumentata basati sulla modellazione BIM offrono un efficace supporto in grado di rispettare le previsioni di *performance* energetica.

Lack of knowledge and bad implementation during the construction processes risks to affect the benefits of prefab solutions - as components for building envelopes, windows and equipment - for NET Zero Energy buildings.

The energy-efficiency potential of the building results often unmet as designed.

The gap between the design specification and the As-Built condition is mainly due to the ineffective communication among design, production and construction professionals.

The INSITER European project aims to prevent the performance discrepancy developing self-instruction and self-inspection procedures, supported by BIM-based software tools and augmented reality applications.

BIM and AR technologies, which have revealed as part of Industry 4.0, play an important role in connecting the virtual design environment with the physical production and construction sites.

Il settore delle costruzioni è responsabile di quasi il 40% del consumo energetico e del 36% delle emissioni di CO<sub>2</sub> dell'intera Unione europea (Commissione europea, 2014): la riduzione fino al 90% di tali emissioni attraverso il miglioramento dell'efficienza energetica degli edifici, sia negli interventi di nuova costruzione che in quelli di *retrofitting*, risulta un obiettivo strategico da raggiungere entro il 2050 sulla base degli standard indicati dalla Direttiva sulla Performance Energetica degli Edifici (EPBD 2010) e dalla Direttiva sull'Efficienza Energetica (EED 2012).

Recenti studi [1,2,3] mostrano che gli edifici in esercizio normalmente consumano energia da 2 a 5 volte in più di quanto previsto in fase progettuale, confermando quanto già descritto da ricerche precedenti [4] in merito anche alle cause: errori di costruzione, il cambiamento climatico, la bassa qualità dei materiali da costruzione e dei componenti, il comportamento inappropriato degli utenti. Cause che giustificano la discrepanza nel lungo periodo ma non il suo verificarsi a intervento appena avvenuto [5].

L'efficienza energetica di un edificio è infatti strettamente connessa alla qualità della sua realizzazione in cantiere anche quando si tratta di costruzioni che impiegano largamente componenti prefabbricati, il cui comportamento tecnico ed energetico è stato progettato e poi verificato prima del loro assemblaggio. Componenti – edili, strutturali e impiantistici – prefabbricati ad alta efficienza sono infatti impiegati sempre più diffusamente ma il verificarsi di difetti nel montaggio in opera ne riduce significativamen-

te le alte prestazioni. Errori costruttivi che sono dovuti a due fattori:

- difficoltà di comprensione delle specifiche tecniche di progetto e dei manuali di assemblaggio da parte degli operai in cantiere;
- mancanza di indicazioni pratiche e intuitive di montaggio definite da parte dei progettisti e/o dei produttori agli operai di cantiere.

Si tratta in sostanza di un difetto di comunicazione tra i diversi attori durante l'intero processo, aggravato



Figura 2 – Fotocamera per scansione termografica

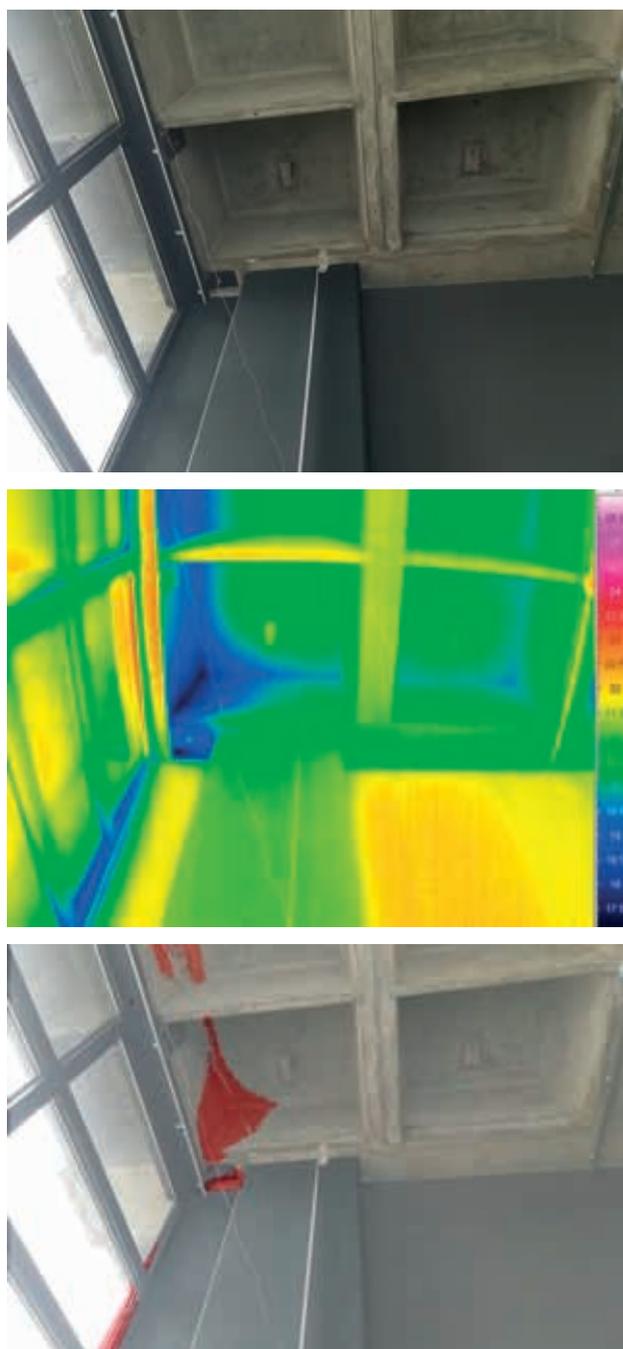


Figura 3 – Sequenza dettaglio controsoffitto (immagine reale, infrarossi, ponti termici)

to dalla varietà delle competenze, capacità, ruoli e responsabilità che essi possiedono [6]. La terza rivoluzione industriale, la Rivoluzione Digitale, ha visto l'introduzione di strumenti di rappresentazione che hanno garantito maggiore precisione nella progettazione, come pure un superamento dei suoi limiti [7], ma non hanno sanato la frammentazione tra le diverse discipline, di fatto aggravandola.

Le procedure di ispezione e di installazione si basano ancora oggi, infatti, sull'esperienza dell'operatore, mentre dovrebbero seguire specifici protocolli integrati in una piattaforma comune a tutti gli attori, sfruttando finalmente le opportunità offerte dalla quarta rivoluzione industriale, Industria 4.0, in particolare la modellazione BIM (*Building Information Modelling*) estesa alla fase di costruzione attraverso la Realtà Mista (*Real Environment RE, Augmented Reality AR, Augmented Virtuality AV e Virtual Environment VE*) [8,9].

All'interno di questo campo di ricerca si è collocato il progetto INSITER (*Intuitive Self-Inspection Techniques using Augmented Reality for construction, refurbishment and maintenance of energy-efficient buildings made of prefabricated components*) cofinanziato dalla Commissione europea nell'ambito del programma "Development of new self-inspection techniques and quality check methodologies for efficient construction processes" (Horizon2020) per il quadriennio 2014-2018.

Il progetto ha richiesto un investimento complessivo di 6 milioni di euro ed è stato realizzato da un consorzio di 13 partner pubblici e privati (3 grandi aziende, 7 PMI, 4 istituti di ricerca) di 6 Paesi della Comunità, coordinato dalla società olandese DEMO Consultants bv.

Il progetto si è focalizzato sul supporto offerto dalla Realtà Aumentata (AR) agli operatori, messi in grado così di visualizzare informazioni virtuali, modellate in fase progettuale, durante la – reale – fase costruttiva. Lo scopo è quello di sviluppare una nuova metodologia per l'auto-istruzione (*self-instruction* <sup>(1)</sup>) e l'auto-ispezione (*self-inspection* <sup>(2)</sup>) dell'intero processo costruttivo, che possa essere impiegata dai lavoratori edili, dai fornitori di componenti, dai subappaltatori e da tutti gli attori del processo edilizio attraverso l'impiego e il supporto di un insieme coerente di strumenti hardware e software, durante tutte le fasi del processo edilizio, dalla concezione alla realizzazione e occupazione.

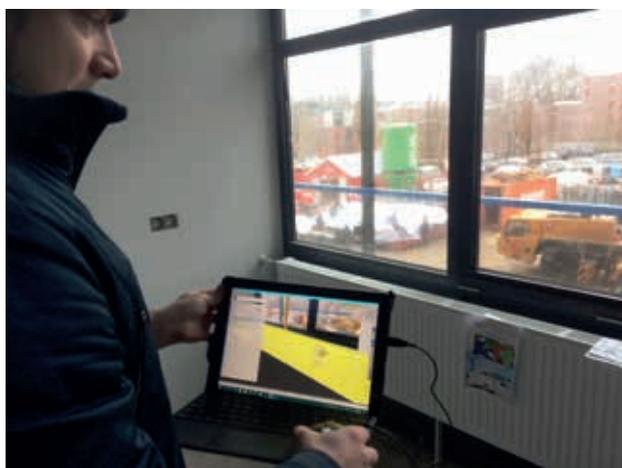
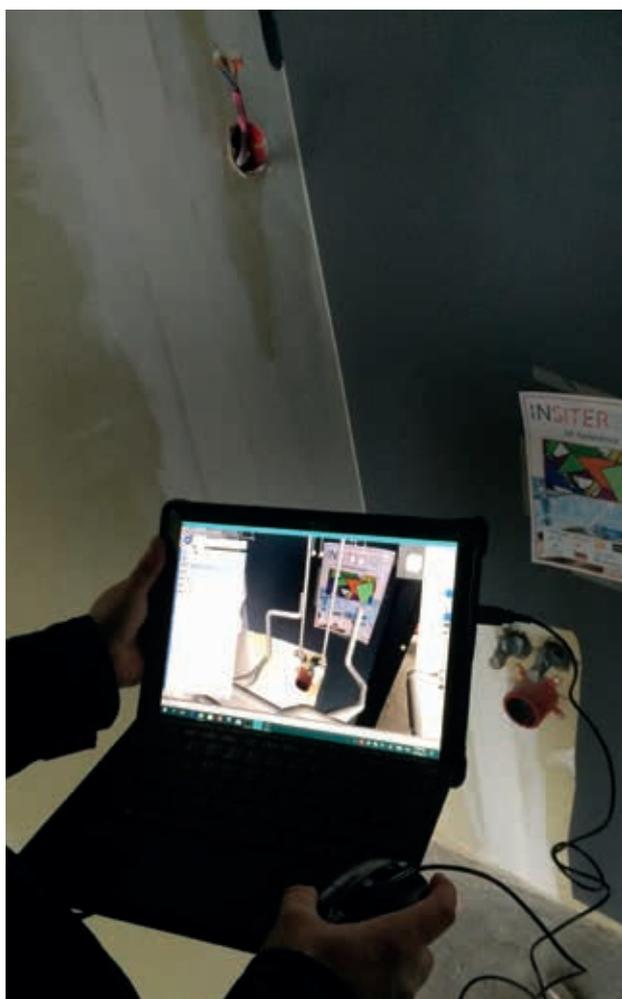


Figura 4 – Applicazione per dispositivi mobili in cantiere

Base indispensabile di riferimento per la ricerca è stata l'analisi degli errori di costruzione più comuni e la definizione dei componenti che ne sono soggetti in maggior misura; sia il difetto che il tipo di elemento hanno incidenza sulle performance energetiche dell'edificio, oltre che sui costi e sui tempi di realizzazione.

L'involucro edilizio – e in ugual misura i sistemi impiantistici – presenta la maggiore criticità ai fini della prestazione energetica ed è stato analizzato, anche riguardo agli strumenti e ai metodi di ispezione comunemente utilizzati, individuandone gli elementi critici presenti nei seguenti sottosistemi:

- fondazioni e attacco a terra (inclusi i giunti tra facciata e fondazione);
- facciate prefabbricate piene inclusi gli infissi;
- facciate in vetro;
- sistema di copertura (piana o inclinata);
- giunti tra edificio esistente e nuovi elementi.

Per gli impianti sono stati esaminati i principali sistemi quali:

- riscaldamento e raffrescamento (con pompe di calore);
- ventilazione meccanica (con recupero del calore);
- acqua calda da pannelli solari;
- illuminazione a LED.

Di ogni componente sono stati quindi descritti la sequenza costruttiva, gli interventi di manutenzione necessari e il tipico ciclo di vita e, successivamente, ne sono stati individuati gli errori di installazione più frequenti, compresa la loro collocazione nel processo di costruzione. Sempre per ogni componente sono stati individuati i parametri di riferimento (*Key Performance Indicators* – KPIs e relativi aspetti di misurazione) da utilizzare in fase di verifica in cantiere.

Su quest'analisi approfondita è stata sviluppata una generalizzazione tesa a ridurre la discrezionalità nella valutazione in fase realizzativa.

La metodologia adottata in INSITER si riassume in quattro fasi.

La prima riguarda la modellazione BIM in quattro dimensioni (4D) dell'edificio, che include quindi anche la sequenza delle fasi di assemblaggio dei componenti [10]. Il BIM in INSITER è realizzato secondo lo standard internazionale aperto e interoperabile IFC (*Industry Foundation Classes*).

La seconda fase riguarda la scansione laser, termografica e ad ultrasuoni quando si interviene sull'esi-



*Figura 5 – Pilot case a Enschede (NL)*

stente nei progetti di *retrofitting* e riguarda la riproduzione *mock-up* in scala reale dei componenti più critici degli edifici nei progetti di nuova costruzione. I risultati delle scansioni vengono integrati nel modello BIM in modo da evidenziare difetti esistenti o potenziali e, soprattutto, le interferenze. Queste ultime comprendono anche quelle di progetto ed entrambe vengono evidenziate per poi esaminarle, prevenirle ed eliminarle *in loco*.

Nella terza fase il BIM in 4 dimensioni viene utilizzato per la realtà aumentata: le interferenze e i modelli di auto-istruzione vengono visualizzati ed analizzati. INSITER trasferisce questa metodologia di sviluppo e produzione che è tipica dell'industria all'industria delle costruzioni. Ne mostra anche un'evoluzione: oggetti digitali possono essere visualizzati – posizionati virtualmente – nel cantiere reale [10].

L'ultima fase, non meno importante, riguarda l'organizzazione di corsi d'istruzione per i diversi attori del processo, necessari per assicurare il corretto utilizzo dei nuovi strumenti di realtà aumentata.

L'applicazione della metodologia innovativa proposta dal progetto INSITER viene facilitata da apposite Linee guida, sintesi delle conoscenze acquisite nei 4 anni di ricerca e ponte tra studio teorico e applicazione pratica. Il formato è a schede digitali – facili da consultare, arricchire e modificare continuamente – contenute in un'app per dispositivi mobili (*mobile App for BIM-based Augmented Reality, beta-version*). I risultati della ricerca sono stati infine validati su sei casi studio che hanno interessato imprese di produzione di componenti prefabbricati ed edifici, sia di nuova costruzione che sottoposti ad interventi di ristrutturazione: il riscontro positivo dimostra come efficaci l'uso e lo sviluppo della realtà aumentata basata sulla modellazione BIM per prevenire e risolvere il gap tra comportamento energetico progettato e reale degli edifici ad alta efficienza energetica.

Strumenti innovativi di questo tipo, applicati su edifici costruiti in gran parte con elementi prefabbricati, esaltano in modo significativo i concetti di Design for Manufacturing and Assembly (DFM), Lean Construction ed Economia Circolare. Quando progettazione, produzione e costruzione trovano un allineamen-

to, gli sprechi di processo e di materiali possono essere eliminati [11].

#### Acknowledgment:

La ricerca è stata finanziata dall'Unione europea nell'ambito del programma quadro H2020 (ID: 636063).

#### Bibliografia

- [1] A. MENEZES; *Carbon Bite - The performance gap*, CIBSE Energy Performance Group, 2012.
- [2] Carbon Trust. *Closing the Gap-Lessons Learned on Realising the Potential of Low Carbon Building Design*; Carbon Trust: London, UK, 2011.
- [3] D. CALI, T. OSTERHAGE, R. STREBLOW, D. MULLER; *Energy performance gap in refurbished German dwellings: Lesson learned from a field test*, Energy and Buildings 127, 2016.
- [4] R. HAAS, H. AUER, P. BIERMAYR; *The impact of consumer behavior on residential energy demand for space heating*, Energy Policy, 1998.
- [5] Zero Carbon Hub. *Closing the Gap between Design and as-Built Performance*; Interim Report; Zero Carbon Hub: London, UK, 2013.
- [6] J. EGAN; 1998. *Rethinking construction: The report of the Construction Task Force*. DETR, London.
- [7] R. NABONI, I. PAOLETTI; *Advanced Customization in Architectural Design and Construction*; PoliMI SpringerBriefs, Milan, Italy, 2015.
- [8] P. MILGRAM, H. COLQUHOUN; *A taxonomy of real and virtual world display integration*. In "Mixed Reality - Merging Real and Virtual Worlds"; Tamura, Y.O.H., Ed.; Springer: Berlin, Germany, 1999.
- [9] X. WANG, P.E.D. LOVE, P.R. DAVIS; *BIM + AR: A framework of bringing BIM to construction site*. In "Proceedings of the Construction Research Congress", West Lafayette, IN, USA, 21–23 May 2012.
- [10] G. RIEXINGER, A. KLUTH, M. OLBRICH, J.D. BRAUN, T. BAUERENHANS; *Mixed Reality for on-site self-instruction and self-inspection with Building Information Models*. Procedia CIRP 2018.
- [11] R. SEBASTIAN *et al.*; *Connecting the Knowhow of Design, Production and Construction Professionals through Mixed Reality to Overcome Building's Performance Gaps*; Proceedings MDPI 2018.

#### Note

(<sup>1</sup>) Per auto-istruzione si intende l'uso di guide interattive durante le lavorazioni al fine di ridurre gli errori in cantiere; in INSITER è supportato da dispositivi mobili continuamente aggiornati che rettificano azioni errate in tempo reale.

(<sup>2</sup>) L'auto-ispezione è una pratica che mira a individuare gli errori incoraggiando l'autovalutazione, o la valutazione tra pari, del proprio lavoro in rapporto alle *performance* stimate in fase di progetto.