



Università degli Studi di Ferrara

DOTTORATO DI RICERCA IN Tecnologia dell'Architettura

CICLO XXVIII

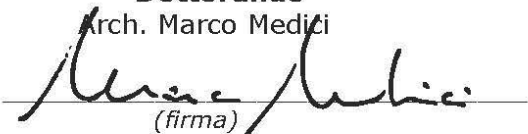
COORDINATORE Prof. Roberto Di Giulio

La filiera digitale del progetto strategico Smart Swap Building:
validazione di metodi e strumenti informativo-rappresentativi a supporto
dell'innovazione di processo per la riqualificazione del patrimonio residenziale

Settore Scientifico Disciplinare ICAR/17

Dottorando

Arch. Marco Medici


(firma)

Tutore

Prof. Marcello Balzani


(firma)

Cotutore

Arch. Ph.D. Federica Maietti


(firma)

Anni 2013/2015

*A Sara e Pietro,
grazie ai quali ho intrapreso questo percorso*

Indice dei contenuti

Abstract - Italiano	11
Abstract - English	13

PARTE PRIMA INTRODUZIONE

CAPITOLO 1

Presentazione della ricerca.	17
1.1 Inquadramento del problema scientifico	19
1.2 Limitazione del campo di indagine.	20
1.3 Obiettivi della ricerca	21
1.4 La metodologia e le fasi di ricerca	22
1.5 Destinatari della ricerca	25
1.5.1 Inserimento nella Rete Alta Tecnologia Emilia-Romagna	25
1.6 Risultati attesi e conseguiti	26

PARTE SECONDA COLLOCAZIONE DEL PROGETTO SMART SWAP BUILDING NEL CONTESTO DISCIPLINARE

CAPITOLO 2

Inquadramento dello scenario di riferimento della filiera costruzioni	31
2.1 Inquadramento dello scenario economico di macroarea	33
2.1.1 Mappatura dei principali andamenti economici comunitari.	35
2.1.2 Analisi delle strategie per lo sviluppo del settore costruzioni.	35
2.2 Identificazione degli indicatori economici per la valutazione del settore costruzioni nazionale	37
2.2.1 Analisi del mercato immobiliare nazionale	38
2.2.2 Analisi del mercato immobiliare regionale	41
2.3 Identificazione degli indicatori sociali, ambientali ed energetici	43
2.3.1 Individuazione degli obiettivi europei e loro recepimento nazionale	45
2.3.2 Analisi delle sfide comunitarie per la ricerca e l'innovazione.	47
2.4 Quadro sinottico delle strategie di riqualificazione del patrimonio	49

CAPITOLO 3

Stato dell'arte della rappresentazione digitale integrata del processo edilizio	51
3.1 Inquadramento delle filiere digitali per il processo edilizio di riqualificazione.	53
3.1.1 La rappresentazione digitale del progetto sul costruito	54
3.1.2 Modelli collaborativi digitali per la gestione del processo edilizio	56
3.2 Definizione di strumenti e metodologie per la digitalizzazione del processo edilizio	59
3.2.1 Restituzione tridimensionale del dato prodotto nel rilievo integrato	62
3.2.2 Modelli rappresentativi per il progetto sul costruito nel passaggio dal CAD al BIM.	65
3.2.3 Valutazione dell'interoperabilità tra strumenti BIM e GIS per la gestione dei processi di trasformazione urbana.	69
3.2.4 Modelli BIM come database informativi per il Facility Management	71
3.3 Analisi dei requisiti normativi in ambito rappresentativo	73
3.3.1 Direttive Europee per la digitalizzazione nei lavori pubblici	74

CAPITOLO 4

Ipotesi per l'innovazione e la gestione-rappresentazione del processo di riqualificazione del patrimonio residenziale	79
4.1 Metodologia per la definizione di innovativi processi di riqualificazione	81
4.1.1 Individuazione delle principali criticità nel processo edilizio attuale	82
4.1.2 Identificazione degli stakeholders e definizione degli indicatori di confronto	83
4.2 Definizione dell'ipotesi di workflow Smart Swap Building: ambito e limiti	85
4.2.1 Definizione degli obiettivi del progetto in relazione ai differenti attori	87
4.2.2 Descrizione dell'ipotesi di processo	89
4.2.3 Opportunità e criticità per l'innovazione di processo	92
4.3 Verifica dell'ipotesi di processo e confronto con i portatori di interessi	93
4.3.1 Il ruolo di facilitatore di Aster e della Rete Alta Tecnologia E-R	93
4.3.2 Identificazione dei principali interlocutori nella filiera regionale	94
4.3.3 Analisi del rapporto tra gli attori coinvolti e il tema della proprietà	94
4.3.4 Risultati operativi dei tavoli tecnici di confronto sull'ipotesi di processo	95
4.4 Integrazione di strumenti di Building Information Modeling nel workflow Smart Swap Building	98
4.4.1 Metodologia BIM per aggregare informazioni nel processo di riqualificazione	101
4.4.2 Applicazione degli standard OpenBIM e del linguaggio IFC	105
4.4.3 Valutazioni sulla preservazione del dato digitale e la sua usabilità	109

PARTE TERZA

VALUTAZIONE DELL'APPLICABILITÀ DELLA RICERCA

CAPITOLO 5

Identificazione delle tecnologie e degli strumenti funzionali all'innovazione di processo	113
5.1 Analisi delle tecnologie per l'edilizia trasferibili nel processo sulla base degli indicatori socio-economici, ambientali ed energetici individuati	115
5.1.1 La Smart Specialization Strategy (S3) dell'Emilia-Romagna	115
5.1.2 Trasferimento tecnologico: filiera costruzioni e innovazione	117
5.1.3 Sostenibilità del progetto Smart Swap Building rispetto alle strategie regionali	119
5.2 Analisi dei sistemi innovativi di valutazione del valore immobiliare sulla base degli indicatori individuati	121
5.2.1 Prodotti creditizi dedicati al condominio	121
5.2.2 Relazione tra i sistemi di certificazione energetica e il valore immobiliare	123
5.3 Approccio critico alle esperienze di innovazione di prodotto e di processo e loro impatto sugli indicatori esaminati	125
5.3.1 Casi studio: definizione delle applicazioni di innovazione di prodotto	125
5.3.2 Casi studio: definizione delle applicazioni di innovazione di processo	126
5.3.3 Sistemi di analisi e misurazione dei casi studio	126
5.3.4 Analisi comparativa tra casi studio	129
5.4 Analisi della capacità dei sistemi informativi avanzati di gestire l'integrazione delle innovazioni individuate	130

CAPITOLO 6

Analisi delle criticità caratterizzanti l'incertezza di processo	133
6.1 Identificazione delle cause di incertezza nel processo edilizio	135
6.1.1 Definizione degli indicatori per la misurazione dell'incertezza di processo	137
6.2 Misurazione dell'incertezza per categoria, frequenza e impatto	139
6.2.1 Misurazione dell'impatto su tempistiche, costi e qualità	140

6.3 Valutazione dell'impatto dei sistemi informativo-rappresentativi sulla gestione di processo	143
6.3.1 Analisi dei benefici riscontrati in differenti realtà territoriali	144

PARTE QUARTA

DEFINIZIONE E VALIDAZIONE DEGLI STRUMENTI OPERATIVI

CAPITOLO 7

Definizione e validazione degli strumenti informativo-rappresentativi di Smart Swap Building	151
7.1 Definizione degli strumenti informativo-rappresentativi della filiera digitale Smart Swap Building	153
7.1.1 Linee guida per l'applicazione degli strumenti identificati a casi applicativi	154
7.1.2 Procedimento di validazione attraverso test-beds	161
7.1.3 Criteri di identificazione dei casi applicativi per la verifica della filiera digitale.	163
7.2 Test-bed: edificio residenziale stagionale seconda casa multiproprietà rilievo e restituzione per il progetto di riqualificazione	164
7.2.1 Inquadramento del caso applicativo rispetto al workflow Smart Swap Building: metodologia di rilievo laser scanner 3D integrato.	166
7.2.2 Verifica di coerenza del dato di interscambio: restituzione tridimensionale in database informativi di tipo BIM	168
7.3 Test-bed: modello innovativo di residenze a basso costo prima casa multifamily progettazione e interoperabilità.	176
7.3.1 Inquadramento del caso applicativo rispetto al workflow Smart Swap Building: creazione del modello di progetto con geometrie complesse	179
7.3.2 Verifica di coerenza del dato di interscambio: interoperabilità orizzontale e verticale e verifica di coerenza del dato.	181
7.4 Test-bed: comparto urbano di social housing prima casa a proprietà indivisa demolizione, ricostruzione e gestione	185
7.4.1 Inquadramento del caso applicativo rispetto al workflow Smart Swap Building: i modelli BIM per l'archiviazione dei dati del Facility Management	188
7.4.2 Verifica di coerenza del dato di interscambio: condivisione del dato online e portabilità su dispositivi mobile	191
7.5 Quadro sinottico per la valutazione dei casi applicativi rispetto ai driver di innovazione	196

CAPITOLO 8

Strategie di diffusione del progetto Smart Swap Building e creazione di una piattaforma digitale dedicata.	199
8.1 La divulgazione di Smart Swap Building: creazione e strutturazione di un network	201
8.1.1 Definizione di un format per le giornate di formazione professionale	203
8.1.2 Requisiti del portale online dedicato al confronto continuo	208
8.2 La rappresentazione infografica per l'innovazione di processo.	209
8.2.1 L'impiego della tecnica infografica per la definizione del flusso Smart Swap Building	211
8.2.2 Il marchio del progetto Smart Swap Building	214
8.3 Il portale Smart Swap Building: struttura Open Source e diffusione Open Access	216
8.3.1 Definizione di un repository accessibile ed implementabile per la pubblicazione di contributi formativi	217
8.3.2 Divulgazione dei risultati della ricerca in ottica di strumenti per il trasferimento tecnologico	218
8.3.3 Le tipologie di utenti del portale per l'accesso all'area riservata	219
8.3.4 Visualizzazione della configurazione del portale.	221

PARTE QUINTA CONCLUSIONI

CAPITOLO 9

Conclusioni e sviluppi futuri 237

9.1 Risultati raggiunti e impatto della ricerca 239

9.2 Sviluppi futuri: definizione della portabilità dei risultati 240

RIFERIMENTI E INDICAZIONI ALLA LETTURA

Lista degli acronimi. 245

Bibliografia 253

Ambito: congiuntura economica e indirizzi di innovazione 253

Dati da indagini economiche..... 253

Direttive e atti di indirizzo 253

Volumi 254

Contributi in rivista 255

Ambito: processo edilizio e innovazione tecnologica 256

Volumi 256

Atti di convegno 257

Contributi in rivista..... 257

Ambito: rappresentazione digitale e comunicazione..... 259

Volumi 259

Contributi in volume 260

Atti di convegno 261

Contributo in rivista..... 262

Sitografia 265

Ambito: congiuntura economica e indirizzi di innovazione 265

Ambito: processo edilizio e innovazione tecnologica 265

Ambito: rappresentazione digitale e comunicazione 265

Ringraziamenti 267

APPENDICE 1.A

SCHEDE DI INNOVAZIONE DI PRODOTTO 269

APPENDICE 1.B

SCHEDE DI INNOVAZIONE DI PROCESSO 281

Abstract - Italiano

Il progetto *Smart Swap Building* nasce in collaborazione con la Piattaforma Costruzioni della Rete Alta Tecnologia dell'Emilia-Romagna come progetto strategico in risposta alla crisi che sta duramente colpendo il settore delle costruzioni e che richiede l'innesco di nuove logiche di rigenerazione utili all'intera filiera, volte alla riqualificazione e alla riduzione del consumo di suolo.

La recente contrazione del mercato immobiliare ha generato una significativa quantità di patrimonio invenduto. Il tasso di assorbimento delle nuove costruzioni pari all'80% nel 2007 è sceso fino al 35% nel 2012. Al termine del 2014, il numero complessivo delle abitazioni invendute si attestava oltre 540mila unità in Italia, per il 26% di nuova costruzione. Gli investimenti nel settore della ristrutturazione ormai raggiungono e superano quelli per le nuove costruzioni. Parallelamente lo stock immobiliare residenziale è composto per il 70% da edifici antecedenti al 1970 e necessita di un adeguamento a nuovi livelli di efficienza energetica, sicurezza sismica, inclusività e comfort abitativo. Il termine *swap*, mutuato dalla finanza, indica lo scambio di flussi tra due controparti: con il concetto di *Smart Swap Building* si vuole perciò intendere l'utilizzo del patrimonio edilizio invenduto come alloggio temporaneo per gli abitanti di aree nelle quali si intraprendano programmi di riqualificazione dell'esistente.

Il principale obiettivo di questa ricerca è di valutare la fattibilità di adozione di strumenti informativo-rappresentativi avanzati nel workflow *Smart Swap Building*. Tali strumenti infatti permettono non solo di condurre in modo trasparente le fasi progettuali al fine di realizzare elaborati tradizionali corretti, ma si estende all'intero processo edilizio, mettendo in relazione elementi compositivi, tecnologici e strutturali con le fasi di costruzione e cantiere (BIM 4D), stima dei costi (BIM 5D), certificazione (BIM 6D) e gestione del ciclo di vita (BIM 7D + CAFM). Il progetto *Smart Swap Building*, integrando la forte esigenza di riqualificazione dell'esistente, nella logica di raggiungimento degli obiettivi europei di riduzione del consumo di suolo nonché di risparmio energetico, di risorse e di adeguamento del comfort abitativo, e un patrimonio immobiliare di nuova costruzione non utilizzato, necessita di opportuni strumenti informativi a supporto dei complessi processi decisionali, in grado di integrare differenti competenze, a diverse scale e in diversi momenti del ciclo di vita degli edifici. Lo strumento rappresentativo è ormai parte integrante del processo progettuale e, poiché le innovazioni produttive sono sempre collegate ai processi edilizi, dalla progettazione, al cantiere, fino alla gestione, diviene anch'esso elemento da valutare per definire la qualità progettuale ed effettuare ragionamenti sulla sostenibilità dell'opera ben più consapevoli ed approfonditi.

In conclusione, il principale prodotto della ricerca si configura nella redazione di linee guida per l'impiego di strumenti informativo-rappresentativi per la gestione del workflow *Smart Swap Building* così come della loro validazione su casi applicativi e divulgazione online.

Parole chiave: Building Information Modeling, Rappresentazione, Filiera digitale, Innovazione di processo, Riqualificazione

Abstract - English

The main challenge of *Smart Swap Building* project, carried out in collaboration with Aster by Construction Platform of Emilia-Romagna High Technology Network, is to identify possible solutions to the crisis that is severely affecting the construction industry, through new approaches to urban regeneration based on housing refurbishment and soil consumption reduction.

The recent downturn in the housing market has generated a significant amount of unsold assets. The absorption rate of 80% in 2007 fell to 35% in 2012. At the end of 2014, the total number of unsold houses was over 540 thousand units in Italy, 26% of them were new constructions. Investments in refurbishment now exceed those for new buildings. Actually the 70% of residential housing stock was built before 1970 and it needs to be adapted to new levels of energy efficiency, seismic safety, inclusiveness and comfort. Investments in refurbishment now exceed those for new buildings. The *swap* term, borrowed from finance field, indicates the flow exchange between two counterparts: *Smart Swap Building* wants to use the unsold housing stock as temporary accommodation for the inhabitants of areas in which a renewal program take place.

The overall objective of this doctoral research is to evaluate the feasibility of BIM tools adoption in the *Smart Swap Building* workflow. These electronic tools not only allow a transparent design phase but covers the whole building process, relating technological and structural elements with construction scheduling (4D), cost estimation (5D), certification (6D) and management of the life cycle (7D + CAFM). Trying to meet European challenges of soil consumption and emission reduction, energy efficiency and living comfort, and involving the growing unsold housing stock, the *Smart Swap Building* project, aimed at the refurbishment of existing housing stock, has the strong need to define a set of advanced information tools to support the complex decision-making process, integrating different skills in different stages of the building life cycle. The representative tool is an integrated part of the design process and because product innovations are strictly connected to the building processes, from design to construction, to management, it becomes itself an element of project quality, allowing more sustainable and aware choices.

In conclusion, the main output of the research will be guidelines aimed at digital informative tools adoption in the *Smart Swap Building* workflow management, and their validation through test-beds and online dissemination.

Keywords: Building Information Modeling, Representation, Digital workflow, Process innovation, Refurbishment

PARTE PRIMA INTRODUZIONE

CAPITOLO 1

Presentazione della ricerca

1.1 Inquadramento del problema scientifico	19
1.2 Limitazione del campo di indagine.	20
1.3 Obiettivi della ricerca	21
1.4 La metodologia e le fasi di ricerca	22
1.5 Destinatari della ricerca	25
1.5.1 Inserimento nella Rete Alta Tecnologia Emilia-Romagna	25
1.7 Risultati attesi e conseguiti	26

1.1 Inquadramento del problema scientifico

All'inizio del 2013, quando questo percorso di ricerca ha preso avvio, la crisi economico-finanziaria e le sue ripercussioni sull'industria delle costruzioni avevano già posto fine ad una aspettativa di crescita apparentemente illimitata. La congiuntura del mercato, contrassegnata da tassi di assorbimento degli immobili notevolmente inferiori al passato, capaci di generare un considerevole quantità di patrimonio invenduto di recente costruzione, e da investimenti sul costruito maggiori rispetto a quelli nel settore delle nuove costruzioni, mostrava già chiaramente un crescente interesse nei confronti di strategie di produzione del valore attente alla sostenibilità, sia sul lungo che sul breve periodo, capaci di tradursi in una diffusa sensibilità per la qualità del patrimonio esistente e la sua capacità di rigenerarsi, al fine di rispondere a nuove aspettative d'uso. Sulla base di tale scenario, al quale si aggiungeva, a livello regionale, la drammatica peculiarità degli eventi sismici che pochi mesi prima avevano duramente e profondamente colpito il territorio, si configurò la necessità di definire metodologie e modelli di intervento innovativi di intervento al fine tradurre in realtà il potenziale di crescita sostenibile rappresentato dal recupero di valore del costruito.

L'ampio respiro del progetto di ricerca ha infatti richiesto la necessità della collaborazione di un team interdisciplinare, poiché i modelli innovativi di intervento edilizio sul patrimonio esistente si configurano come elemento parziale rispetto all'intero ciclo di vita di un immobile, dalla gestione ai costi operativi, così come rispetto alle conseguenze che un intervento induce sulle abitudini comportamentali dei residenti. L'integrazione, secondo una strategia sistematica, del patrimonio esistente e di quello di nuova costruzione non utilizzato fa specifico riferimento all'edilizia residenziale *multifamily* che caratterizza il territorio regionale. Con il termine anglosassone *multifamily* si vuole infatti intendere un'edilizia residenziale dedicata a molteplici nuclei abitativi prescindendo dalla proprietà e dalla tipologia edilizia, in maniera più inclusiva rispetto al termine italiano *condominio* che implica una differente proprietà per le differenti unità abitative. Pertanto il progetto di ricerca *Smart Swap Building* si inquadra nell'ambito della innovazione di processo edilizio e data la sua complessità apre differenti ambiti di indagine che andranno singolarmente indagati.

In considerazione di quanto delineato a livello interdisciplinare è emerso che, presa in considerazione la filiera edilizia all'interno della quale intervengono molteplici professionisti con differenti competenze in ambito di processi di progettazione, costruzione e gestione di un bene immobiliare, la conoscenza dei vari attori operanti rispetto alla complessa filiera identificata sia solo superficiale in merito a quanto accade nel processo prima e dopo il loro coinvolgimento. Al tempo stesso, l'inversione di tendenza identificata dalla congiuntura del mercato, che con tutta probabilità porterà il processo edilizio di riqualificazione a divenire l'ambito di intervento della maggior parte dell'attività professionale da qui ai prossimi anni, richiede, di contro, una forte esigenza di definire avanzati strumenti informativi a supporto di complessi processi decisionali, in grado di integrare differenti competenze, a diverse scale e in diversi momenti del ciclo di vita degli edifici.

Il problema scientifico, nella presente ricerca, viene pertanto circoscritto all'ambito rappresentativo, rispetto all'assunzione che ogni informazione sul manufatto edilizio, generata durante l'intero ciclo di vita, si configuri come volano per il miglioramento dell'efficienza complessiva del ruolo di tutti professionisti coinvolti, benché non risultino di immediata comprensione, fin dal principio, tempi, condizioni e modalità di riutilizzo. Ne consegue la necessità di strutturare, archiviare e diffondere le informazioni sul manufatto edilizio in modo organico, integrato ed accessibile, attraverso la definizione di una filiera digitale integrata ed inclusiva rispetto all'intero processo di riqualificazione.

Oggetto specifico di indagine diviene quindi la metodologia per l'adozione dei più avanzati strumenti informativo-rappresentativi, così come la verifica della loro applicabilità rispetto alle singole fasi del processo.

1.2 Limitazione del campo di indagine

Il flusso di lavoro digitale, soprattutto nel momento in cui prendiamo in esame rigenerazioni edilizie e progetti sul costruito, fino a toccare la scala urbana, si configura come una vera e propria rappresentazione integrata, intesa in modo inclusivo su tutta la filiera, in relazione alla necessità espressa dai diversi professionisti di interfacciarsi tramite un linguaggio comune. Lo strumento rappresentativo è quindi parte integrante del processo progettuale e, poiché le innovazioni produttive sono sempre collegate ai processi edilizi, dalla progettazione, al cantiere, fino alla gestione, diviene anch'esso elemento da valutare per definire la qualità progettuale.

La rappresentazione digitale del progetto sul costruito si rivolge quindi in maniera sempre più costante e progressiva verso un'evoluzione contrassegnata dal passaggio dalla staticità del disegno alla dinamicità del modello. Nella presente trattazione si è quindi preferito rivolgere l'attenzione nei confronti di questi ultimi strumenti rappresentativi, in linea con i principali ambiti internazionali di ricerca del settore, così come della pratica professionale.

In linea con la strategia comunitaria H2020, finalizzata ad una crescita intelligente, sostenibile ed inclusiva, così come con la nuova direttiva europea sui lavori pubblici, la limitazione del campo di indagine della presente ricerca circoscrive l'ambito agli strumenti digitali raggruppabili sotto il nome di *Building Information Modeling* (BIM).

Sebbene non esista una definizione esaustiva e definitiva del termine BIM, i differenti strumenti software stanno evolvendo rapidamente, senza battute di arresto, e le pratiche di utilizzo variano di conseguenza, contemplando anche alternative che esulano dagli approcci più convenzionali. L'adozione di tali strumenti informativo-rappresentativi, infatti, non permette solamente di condurre in modo trasparente le fasi progettuali al fine di realizzare elaborati tradizionali corretti dal punto di vista rappresentativo, ma si estende all'intero processo edilizio, mettendo in relazione elementi compositivi, tecnologici e strutturali con le fasi di costruzione e cantiere (BIM 4D), stima dei costi (BIM 5D), certificazione (BIM 6D) e gestione del ciclo di vita (BIM 7D + CAFM). Diviene così possibile effettuare ragionamenti sulla sostenibilità dell'opera ben più consapevoli ed approfonditi.

L'implementazione dei set di strumenti digitali BIM all'interno del processo edilizio contribuisce e agevola la reale definizione di una filiera digitale coerente, fondata sullo scambio trasparente di informazioni. Il *Building Information Modeling* si configura necessariamente come strumento collaborativo poiché basato, per propria natura, sulla condivisione del progetto edilizio in relazione alle varie e specifiche competenze strutturate all'interno di team interdisciplinari. L'impiego di strumenti BIM avanzati permette infatti un maggiore coordinamento, evitando che le decisioni vengano prese autonomamente da una singola figura senza un confronto multidisciplinare, a favore di una conoscenza olistica, inclusiva ed accurata.

1.3 Obiettivi della ricerca

I principali obiettivi che hanno guidato lo svolgimento della presente ricerca sono raggruppabili in due macro-gruppi, rispetto alle discipline di riferimento. Da un lato infatti sono identificabili gli obiettivi generali del progetto strategico regionale, di carattere multidisciplinare e necessari alla definizione dell'ipotesi di processo, dell'altro, gli obiettivi specifici della ricerca, riferibili all'ambito disciplinare specifico della presente indagine.

Nella prima fase della ricerca, al fine di inquadrare il problema scientifico in maniera approfondita e di conseguenza limitarne il campo di indagine ad uno specifico ambito, l'obiettivo principale è definibile come la redazione di un *workflow* per un processo edilizio innovativo capace di operare sull'esistente, migliorando la qualità diffusa, riducendo il consumo di suolo e impiegando come volano il patrimonio invenduto. Processi di riqualificazione del patrimonio, sia se condotti a scala di singolo edificio che di aggregato urbano, coinvolgono in maniera profonda differenti attori e portatori di interessi. In particolar modo è possibile leggere, nella logica dell'attuale processo, una dicotomia tra chi detiene la proprietà dell'immobile, invenduto o da riqualificare, e chi dovrà operare l'intervento, nell'accezione più inclusiva della categoria, dai costruttori ai sistemi di impresa ad esso collegati. In questa tensione tra due opposti si inserisce il ruolo della pubblica amministrazione che, forte del potere di governo del territorio, ha la possibilità di intervenire nell'equilibrio a favore di una delle due parti in virtù del beneficio collettivo che ne consegue. L'obiettivo generale prevede quindi un'ulteriore definizione strategica di obiettivi conseguenti, elemento di sintesi degli interessi dei diversi attori, affinché il processo si configuri appetibile.

A corollario di questo, l'identificazione delle innovazioni di prodotto e di processo da trasferire nel *workflow* definito, in risposta ai nuovi modelli valutativi e al *framework* legislativo in via di definizione, può essere identificato come obiettivo secondario. In Italia, e in Emilia-Romagna in particolare, il patrimonio esistente diffuso si è infatti fortemente sovrapposto alla preesistenza di valore storico, non solo vincolata, creando un grande potenziale di innovazione, trasferimento tecnologico, impatto economico e sociale sui processi di trasformazione del territorio che, tuttavia, rispetto all'intervento di nuova costruzione, richiede la comprensione di diversi fattori legati al settore del recupero (degrado, rilievo delle geometrie con più alte precisioni e accuratezze, tecnologie e processi costruttivi, ecc.).

Gli obiettivi specifici della presente ricerca fanno infatti particolare riferimento a questo secondo obiettivo generale. L'indirizzo europeo di favorire l'adozione di strumenti ICT in risposta ad una domanda di adeguamento, anticipazione e gestione del cambiamento contribuisce a definire il principale obiettivo specifico nella creazione di una filiera digitale, composta da un set di strumenti applicativi capaci di gestire in modo affidabile le grandi quantità di dati creati nel processo edilizio, inteso in tutte le sue fasi (progettazione, realizzazione, certificazione, gestione, dismissione, ecc.). La verifica della validità interna (*internal validity*) è quindi demandata all'impiego di casi applicativi come elemento di *testing* di quanto proposto.

Al tempo stesso la divulgazione dei risultati della ricerca si configura come ulteriore obiettivo specifico, in virtù della natura collaborativa degli strumenti tecnici proposti. La creazione di strategie di divulgazione dedicate, con particolare riferimento all'impiego di strumenti online, è da intendersi come parte integrante della ricerca e verso la quale sono state impiegate specifiche risorse. Poiché gli strumenti di *Building Information Modeling* non vanno intesi come elementi risolutivi delle problematiche di un settore fino ad oggi restio all'innovazione, gli strumenti dedicati alla divulgazione del progetto *Smart Swap Building* devono configurarsi in maniera coerente rispetto a tutti gli aspetti di innovazione procedurale, così come l'aspetto formativo dovrà concentrarsi dapprima sulla definizione di un background tecnologico comune del pubblico dei professionisti per poi andarsi a focalizzare su aspetti specialistici.

1.4 La metodologia e le fasi di ricerca

Il lavoro di ricerca, effettuato per approfondimenti successivi del vasto campo di indagine fino a concentrarsi su un aspetto settoriale per la definizione degli strumenti operativi, si è avvalso di un'indagine di inquadramento multidisciplinare, con specifico riferimento alle tematiche di natura socio-economica, di processo edilizio, di innovazione tecnologica e di rappresentazione digitale integrata dell'architettura. La struttura dell'indice, organizzata per parti e capitoli, ricalca il percorso metodologico intrapreso attraverso le fasi di ricerca come è possibile riscontrare mediante lo schema di processo nella pagina a fianco (fig. 1.1).

Per completezza ogni singola fase è qui di seguito descritta, al fine di avere una prefigurazione sintetica delle fasi affrontate e della correlazione tra le tematiche.

Inquadramento dello scenario di riferimento della filiera costruzioni

Si è scelto di analizzare il settore costruzioni nazionale e regionale (Emilia-Romagna), in ambito residenziale, mettendo in luce la forte contrazione del mercato degli edifici di nuova costruzione a causa della progressiva diminuzione delle compravendite nell'ultimo quinquennio. Parallelamente si è confrontato lo scenario con le sfide europee di riduzione di dispendio energetico, consumo di suolo ed emissioni inquinanti in linea con gli obiettivi europei per il 2020. Tali richieste vanno nella direzione di una progettazione che si inserisca in un processo edilizio ben più complesso di quello attuale, capace di intervenire sul patrimonio esistente e operare con minori sprechi, maggiore efficienza e trasparenza rispetto al passato. Nella stessa direzione lavora la normativa in fase di approvazione a livello europeo che prevede il graduale inserimento dell'obbligo di impiego di strumenti ICT standardizzati per la gestione dell'intero processo edilizio. Dall'inquadramento deriva la definizione dei driver di innovazione così come dei relativi indicatori di misurazione da utilizzare nel confronto con portatori di interessi qualificati.

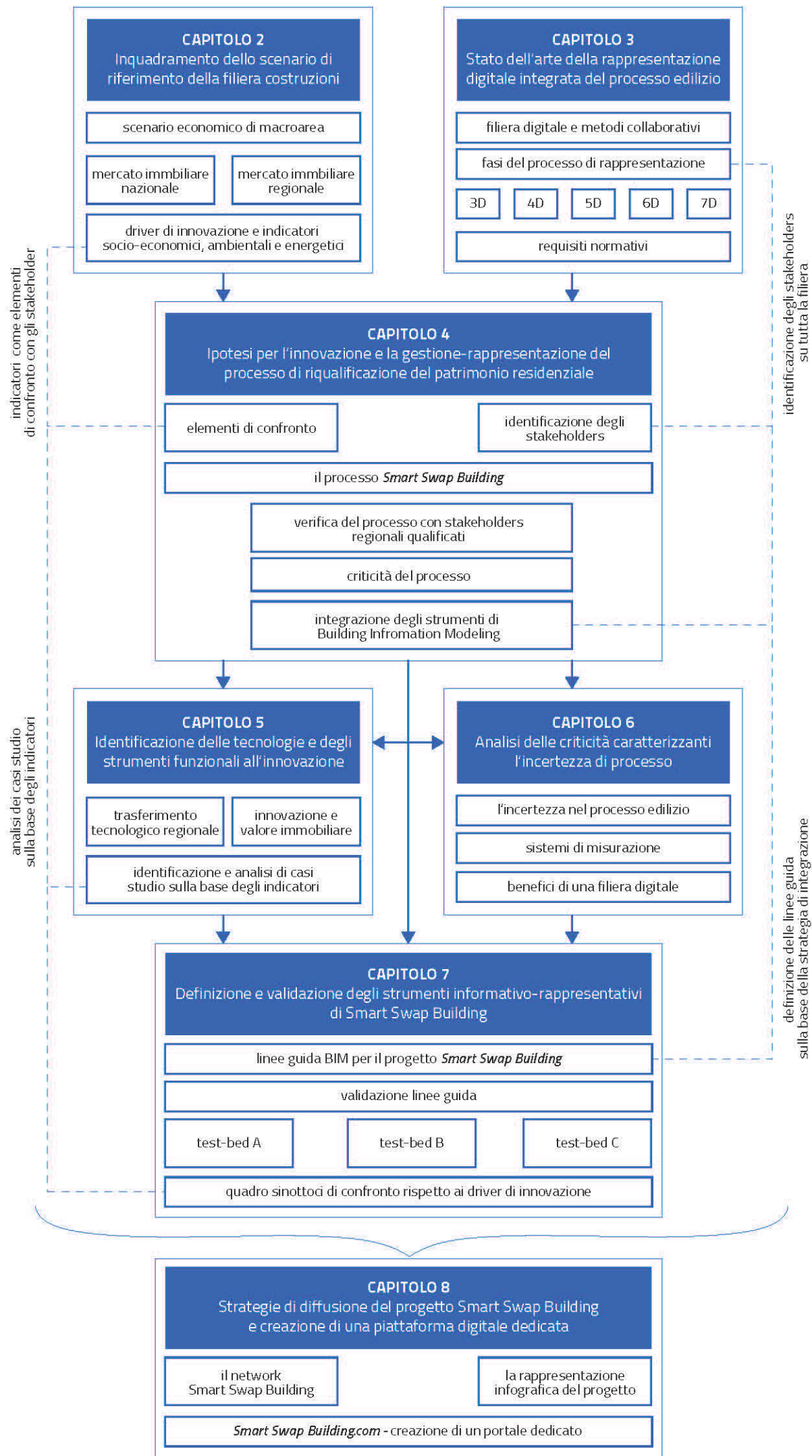
Stato dell'arte della rappresentazione digitale integrata del processo edilizio

La rappresentazione digitale del processo edilizio si rivolge ormai, in maniera sempre più costante e progressiva, verso un'evoluzione contrassegnata dal passaggio dalla staticità del disegno alla dinamicità del modello. La modellazione è uno dei processi fondamentali della mente umana e il modello digitale del costruito si configura infatti come una rappresentazione fisica, una simulazione atta a studiarne il comportamento in determinate situazioni, senza però che in questo se ne voglia avere una rappresentazione esaustiva del reale. Dal punto di vista della pratica professionale è possibile raggruppare la maggior parte degli strumenti digitali più avanzati dedicati alla progettazione e alla gestione delle caratteristiche e delle funzionalità di un edificio, sotto il nome di *Building Information Modeling* (BIM), caratterizzati da una natura collaborativa tra differenti attori e su una filiera che si intende inclusiva rispetto all'intero ciclo di vita di un immobile. In tale ambito si è delineato lo stato dell'arte dei sistemi digitali di rappresentazione integrata, così come dei requisiti normativi ad essi connessi.

Ipotesi per l'innovazione e la gestione-rappresentazione del processo di riqualificazione del patrimonio residenziale

Il progetto di ricerca *Smart Swap Building* si inquadra nell'ambito dell'innovazione di processo edilizio. Questo è stato condiviso con i diversi attori del mercato al fine di verificare che il *workflow* fosse rispondente ai criteri di fattibilità imposti dal mercato immobiliare. Grazie all'apporto di Aster, Rete Alta Tecnologia dell'Emilia-Romagna, si potuto contare sul coinvolgimento di *stakeholder* qualificati su tutta la filiera. Da questo percorso è emersa, a conferma di quanto ipotizzato, una scarsa abilità a sviluppare un insieme di documenti che rispondano correttamente ai requisiti del programma funzionale e che configurino una reale certezza di realizzabilità all'interno del budget stimato. Questo è inoltre rafforzato dal fatto che tali documenti divengano, nella fase successiva, la base fondante per la verifica dello stato di avanzamento dei lavori e pertanto da questi dipenda il successo del progetto. Da qui è derivata la necessità di definire una metodologia specifica per la gestione e rappresentazione del processo di riqualificazione del patrimonio residenziale.

Fig. 1.1 - Schema metodologico della ricerca con suddivisione per capitoli (nella pagina a fianco)- elaborazione originale



Identificazione delle tecnologie e degli strumenti funzionali all'innovazione

Poiché gli interventi da svolgersi sul patrimonio costruito obsoleto dovranno essere definiti grazie ad un importante trasferimento tecnologico in campo progettuale, costruttivo ed impiantistico, in linea con la *Smart Specialization Strategy* regionale, le principali innovazioni a scala regionale e nazionale sono state analizzate sulla base degli indicatori identificati nella fase di inquadramento. Sono stati identificati inoltre i più moderni strumenti di valutazione del valore immobiliare di ristrutturazioni edilizie e riqualificazioni energetiche, in grado di tenere in considerazione indicatori del valore economico dell'operazione collegati a tutte le fasi del ciclo di vita di un edificio. Infine è stata presa in considerazione la capacità degli strumenti di *Building Information Modeling* di gestire tali innovazioni.

Analisi delle criticità caratterizzanti l'incertezza di processo

I confronti sistematici con i portatori di interessi, grazie ai tavoli tecnici condotti, hanno dimostrato come l'incertezza del processo edilizio sia percepita da tutti i soggetti coinvolti (committenti, costruttori e progettisti) come una delle maggiori problematiche, in accordo con i più recenti studi di mercato. Mediante strategie indirette di indagine si è fatto riferimento alle principali ricerche di settore delineanti tale problematica al fine di misurare, attraverso l'analisi di filiere costruttive dove l'introduzione di sistemi informativo-rappresentativi è più avanzata, quanto l'impiego di una filiera digitale integrata possa portare benefici al processo edilizio nel suo complesso in termini di riduzione di tempi e errori, parallelamente a un contenimento dei costi e a un miglioramento prestazionale.

Definizione e validazione degli strumenti informativo-rappresentativi di *Smart Swap Building*

Principale prodotto di questa ricerca dottorale è quindi la definizione delle linee guida per l'implementazione dello specifico set di strumenti informativo-rappresentativi nel processo *Smart Swap Building*. L'applicazione delle stesse a tre casi applicativi, identificati sulla base di criteri tipologici, in relazione al sistema della proprietà e rispetto allo specifico ruolo nella filiera digitale, hanno reso possibile la verifica e la validazione delle linee guida definite per quanto riguarda l'ambito di competenza architettonica. Particolare attenzione è stata rivolta alla preservazione del dato digitale tra le varie fasi e tra i differenti professionisti, nella logica di applicazione di standard di processo condivisi al fine di definire un processo trasparente.

Strategie di diffusione del progetto *Smart Swap Building* e creazione di una piattaforma digitale dedicata

La strategia di diffusione del progetto *Smart Swap Building*, illustrata al termine della presente trattazione, è stata invece sviluppata parallelamente al procedere della ricerca, in quanto espleta la sua funzione in maniera trasversale rispetto all'intero progetto di innovazione, accompagnando l'evoluzione delle fasi della ricerca. È infatti necessario sottolineare come la possibilità di effettuare un continuo confronto a livello nazionale sulla validità dell'ipotesi di processo, sia a livello territoriale che mediante strumenti online, abbia permesso al progetto *Smart Swap Building* di implementare una comunicazione trasparente e condivisa sia con il panorama professionale che con l'utenza generica interessata. Inoltre, con particolare riferimento ai temi della divulgazione e della trasparenza, la presente ricerca produce un ulteriore strumento operativo che si configura come una piattaforma digitale dedicata, capace di assolvere, rispetto al pubblico più vasto, una fondamentale funzione comunicativa ma anche, rispetto al pubblico di professionisti che saranno direttamente coinvolti nei futuri sviluppi del progetto, un ausilio all'implementazione delle linee guida nella pratica professionale.

1.5 Destinatari della ricerca

Destinatari della presente ricerca, nella sua redazione complessiva, diviene, in prima istanza, la comunità scientifica nazionale così come i sistemi per il trasferimento tecnologico della Rete Alta Tecnologia Emilia-Romagna. I prodotti definiti invece, come intuibile da quanto esposto fino a questo punto, si rivolgono all'intera filiera costruzioni. Più nello specifico è possibile affermare che le linee guida sono dedicate a tutti i professionisti operanti nella filiera di riqualificazione di un edificio, dai progettisti ai tecnici, dai costruttori ai gestori immobiliari: poiché il BIM è collaborativo, in quanto coinvolge lo scambio di informazioni, l'applicazione delle linee guida dovrebbe portare i vari attori della filiera delle costruzioni a comprendere come cooperare l'uno con l'altro, coadiuvando una più certa attribuzione delle competenze nei vari ambiti e una copertura di tutte le fasi di vita di un edificio, comprese quelle che richiedono competenze di tipo economico-gestionale o informative rivolte all'utente finale. In considerazione di questo aspetto è quindi possibile affermare che, in seconda istanza, anche il sistema economico-finanziario diverrà destinatario della ricerca nel momento in cui l'applicazione di tali linee guida si tradurrà in garanzia di processo trasparente e consapevole, dove le caratteristiche di incertezza possano essere minimizzate. La disponibilità di strumenti creditizi cresce infatti proporzionalmente alla possibilità di collegare il valore di un intervento sul patrimonio costruito alla capacità di una filiera di minimizzare gli sprechi secondo pratiche certificate.

Infine, in considerazione della filiera digitale come elemento necessario per la realizzazione del progetto *Smart Swap Building* e degli strumenti di divulgazione predisposti, divengono destinatari ultimi della ricerca i proprietari di immobili da riqualificare che, tramite la disponibilità di un processo normato e la possibilità di accedere a dati relativi a casi applicativi, possono effettuare investimenti più trasparenti sul proprio patrimonio mediante scelte effettuate sulla base di criteri prestazionali e qualitativi.

1.5.1 Inserimento nella Rete Alta Tecnologia Emilia-Romagna

La presente ricerca si inserisce nel panorama della ricerca regionale a sostegno del progetto strategico di Aster denominato *Smart Swap Building*, ideato e coordinato dall'Ing. Francesco Paolo Ausiello, che ha visto nella collaborazione con il Laboratorio TekneHub del Tecnopolo dell'Università degli Studi di Ferrara, afferente alla Piattaforma Costruzioni regionale, la crescente definizione di nuove logiche per l'innescio della rigenerazione dell'intera filiera, attraverso la riqualificazione e la riduzione del consumo di suolo.

La presente tesi di dottorato, elaborata in qualità di dottorando afferente anche al Laboratorio TekneHub, Tecnopolo dell'Università di Ferrara, Piattaforma Costruzioni, Rete Alta Tecnologia Emilia-Romagna, condivide con il progetto regionale l'ipotesi originaria e ha contribuito alla definizione di uno stato dell'arte comune, così come all'identificazione degli obiettivi specifici al fine di formulare una prima ipotesi di un nuovo flusso di lavoro per la filiera edilizia sul progetto di riqualificazione. Questa è stata poi analizzata e verificata mediante l'ausilio di tavoli tecnici in modo da poterne definire punti di forza e punti di criticità sui quali andare ad intervenire per affinare un definitivo *workflow* rispondente ai criteri di fattibilità imposti dal mercato immobiliare. È inoltre opportuno sottolineare come l'attuale instabile congiuntura economico-finanziaria abbia imposto di tenere costantemente aggiornato lo stato dei mercati, parametrato sia su proiezioni e dati consuntivi rilevati a differenti scale, sia sul confronto diretto con realtà partner, pubbliche e private, con le quali è stata condivisa la metodologia di intervento di ricerca.

La necessità di integrare opportuni strumenti informativi a supporto dei complessi processi decisionali, in grado di agevolare il confronto tra differenti competenze, a diverse scale e in diversi momenti del ciclo di vita degli edifici, si è poi configurata come naturale ed indipendente sviluppo del percorso di ricerca dottorale.

1.6 Risultati attesi e conseguiti

In linea con quanto definito rispetto allo stato dell'arte e agli orientamenti teorici derivanti da ambiti territoriali e settoriali differenti, dove l'applicazione di filiere digitali nel processo edilizio è consolidata, i risultati attesi e la conseguente sperimentazione metodologica dei modelli di impiego di tali strumenti hanno confermato la presenza di ampi margini per l'implementazione degli stessi rispetto alla nostra realtà, sebbene permangano determinati ostacoli dettati dal livello tecnologico di sviluppo degli standard informatici.

Gran parte degli strumenti software oggi a disposizione sul mercato offrono o promettono illimitate possibilità di impiego a livello avanzato, ma l'elemento fondamentale di una filiera digitale risiede nella possibilità di condividere il dato e le sue possibilità di interpretazione e modifica in maniera omogenea tra tutti i professionisti. L'utilizzo di formati standard di interscambio come l'IFC, pur permettendo la trasmissione della quasi totalità dei dati necessari al processo in termini di lettura e interpretazione, risulta lacunoso in termini di modifica e riutilizzo del dato stesso. Il consolidamento di funzionalità avanzate, come la generazione di geometrie parametriche complesse o la gestione di oggetti derivanti da database a nuvola di punti per la documentazione dell'esistente, avverrà probabilmente nell'arco di un orizzonte temporale relativamente breve ma, allo stato attuale, è necessario fare riferimento a filiere software proprietarie al fine di garantire il corretto funzionamento delle stesse. La dipendenza da specifici strumenti software e tali mancanze rispetto al formato standard di interscambio permettono di definire ugualmente come raggiunta la definizione di una filiera digitale, in relazione all'aspetto architettonico indagato, sebbene sia necessario porre alcune riserve rispetto ai temi della trasparenza del processo, che non risulta realizzarsi pienamente.

Al tempo stesso è necessario inoltre sottolineare come il tessuto professionale a livello regionale e nazionale sia estremamente frammentato e tale configurazione possa definire uno dei principali limiti all'implementazione della filiera digitale stessa, a causa degli investimenti a livello di formazione e strumentazioni hardware e software. Poiché la natura collaborativa degli strumenti esige che tutti i professionisti operanti nel settore adottino tali sistemi per misurare livelli di beneficio significativi, la congiuntura del sistema professionale potrebbe rallentarne l'adozione sul panorama nazionale.

In conclusione è però possibile affermare che il risultato di definire gli strumenti necessari affinché si realizzi l'adozione di una filiera digitale nel processo *Smart Swap Building* sia da considerarsi raggiunto: la disponibilità di linee guida per normare il processo di impiego dei dati, così come l'identificazione di figure professionali dedicate, insieme agli appositi strumenti di divulgazione, possono strutturare una possibilità di implementazione che, a livello nazionale, ancora non ha trovato una concretizzazione.

PARTE SECONDA
COLLOCAZIONE DEL PROGETTO SMART SWAP
BUILDING NEL CONTESTO DISCIPLINARE

CAPITOLO 2

Inquadramento dello scenario di riferimento della filiera costruzioni

2.1 Inquadramento dello scenario economico di macroarea	33
2.1.1 Mappatura dei principali andamenti economici comunitari	35
2.1.2 Analisi delle strategie per lo sviluppo del settore costruzioni	35
2.2 Identificazione degli indicatori economici per la valutazione del settore costruzioni nazionale	37
2.2.1 Analisi del mercato immobiliare nazionale	38
2.2.2 Analisi del mercato immobiliare regionale	41
2.3 Identificazione degli indicatori sociali, ambientali ed energetici	43
2.3.1 Individuazione degli obiettivi europei e loro recepimento nazionale	45
2.3.2 Analisi delle sfide comunitarie per la ricerca e l'innovazione	47
2.4 Quadro sinottico delle strategie di riqualificazione del patrimonio	49

Nel capitolo si analizza il settore costruzioni a differenti scale, da quella europea a quella regionale (Emilia-Romagna), in ambito residenziale, mettendo in luce la forte contrazione del mercato degli edifici di nuova costruzione a causa della progressiva diminuzione delle compravendite nell'ultimo quinquennio.

Parallelamente si è confrontato lo scenario con le sfide europee di riduzione di dispendio energetico, consumo di suolo ed emissioni inquinanti in linea con gli obiettivi europei per il 2020. Tali richieste vanno nella direzione di una progettazione che si inserisca in un processo edilizio ben più complesso di quello attuale, capace di intervenire sul patrimonio esistente e operare con minori sprechi, maggiore efficienza e trasparenza rispetto al passato. Nella stessa direzione lavora la normativa in fase di approvazione a livello europeo che prevede il graduale inserimento dell'obbligo di impiego di strumenti ICT standardizzati per la gestione dell'intero processo edilizio.

Dall'inquadramento deriva la definizione dei driver di innovazione così come dei relativi indicatori di misurazione da utilizzare nel confronto con portatori di interessi qualificati.

2.1 Inquadramento dello scenario economico di macroarea

Le previsioni del mercato europeo delle costruzioni sono da sempre un complesso compito per gli analisti a causa della presenza di svariati operatori locali nelle singole regioni. È in ogni caso possibile affermare che nell'ultimo biennio si sia assistito ad una generale ripresa del mercato. Dal 2008 le prospettive del mercato non erano certamente favorevoli a causa della crisi economica, ma i più recenti sviluppi e la ripresa economica suggeriscono risultati positivi per il prossimo futuro. Dal 2014 il PIL (Prodotto Interno Lordo)¹ di quasi tutti i paesi europei risulta nuovamente in crescita: non è perciò sorprendente che il futuro del mercato delle costruzioni europeo appaia positivo. I principali rapporti degli analisti² indicano che le attività di costruzioni avranno un ulteriore incremento già dai dati a consuntivo 2015 con una crescita periodica fino al 3% annuo (fig. 2.1).

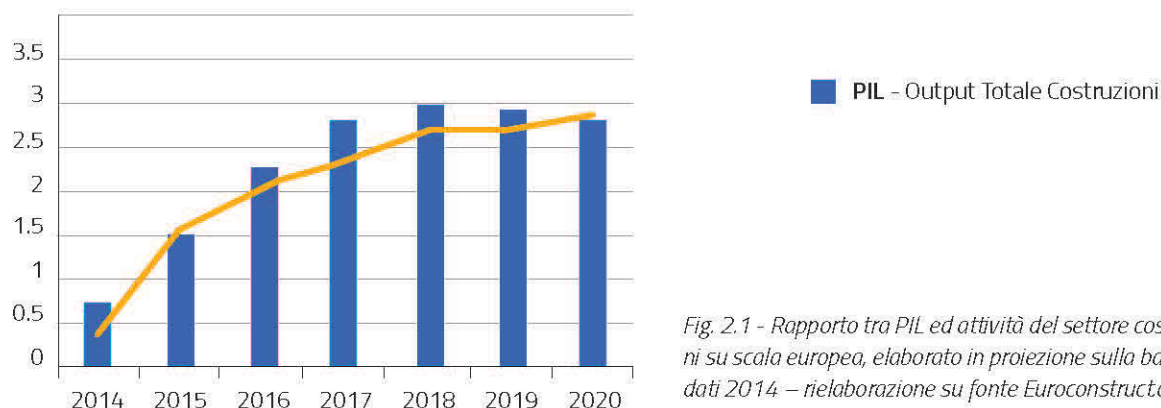


Fig. 2.1 - Rapporto tra PIL ed attività del settore costruzioni su scala europea, elaborato in proiezione sulla base dei dati 2014 – rielaborazione su fonte Euroconstruct.org

La seguente tabella (fig. 2.2) evidenzia inoltre il pattern di crescita del settore costruzioni nei differenti paesi europei. Le proiezioni ritengono ragionevole attendersi una stabilizzazione del dato in alcuni paesi, in attesa di una crescita futura a lungo termine, mentre in altri il pattern di crescita si manterrà in costante crescita. È inoltre interessante osservare in dettaglio il mercato europeo al fine di verificare quali siano i differenti settori che si ritiene possano risultare maggiormente prosperi nel prossimo futuro. Il 2015 è stato un anno importante per il settore delle costruzioni europeo e le previsioni indicano come sia plausibile attendersi il mantenimento dell'andamento dell'ultimo anno. In ogni caso le differenze politiche ed economiche tra i diversi paesi europei rendono abbastanza complessa la possibilità di generalizzare il dato. Pertanto ai fini di questa trattazione ed inquadramento generale del mercato si è ritenuto opportuno, in linea con alcune macro-analisi a livello comunitario³, proporre una suddivisione del mercato europeo in 4 cluster regionali:

1. Europa Occidentale (Regno Unito, Austria, Belgio, Francia, Germania, Irlanda, Paesi Bassi e Svizzera)
2. Paesi Scandinavi (Danimarca, Finlandia, Norvegia e Svezia)
3. Europea Meridionale (Italia, Portogallo e Spagna)
4. Europa Centro-Orientale (Repubblica Ceca, Ungheria, Polonia e Repubblica Slovacca).

1 "PIL (Prodotto Interno Lordo), in inglese Gross Domestic Product (GDP), è la principale misura di sintesi dell'andamento dell'attività economica di un Paese. La nozione di 'prodotto' è riferita ai beni e servizi che hanno una valorizzazione in un processo di scambio [...], il termine 'interno' indica che tale variabile comprende le attività economiche svolte all'interno del Paese [...], il termine 'lordo' indica che il valore della produzione è al lordo degli ammortamenti, ovvero del deprezzamento dello stock di capitale fisico intervenuto nel periodo[...]" – DE NOVELLIS F. – *Prodotto Interno Lordo*, Dizionario di Economia e Finanza, Treccani, 2012

2 Si faccia riferimento ai dati raccolti nell'ambito del network Euroconstruct, consorzio formato dai principali enti di ricerca europei specializzati nell'analisi e nell'elaborazione previsionale per il settore economico-finanziario connesso all'industria delle costruzioni. In particolar modo si vedano i rapporti pubblicati sul sito ufficiale <http://euroconstruct.org> (online 10.01.2016): "Euroconstruct Summary Report" e "Euroconstruct Country Report" in merito ai periodi 2013-2017 (report and forecast) e 2017-2020 (internal market forecast).

3 Si faccia riferimento all'operato dell'European Cluster Observatory, unità interna alla Commissione Europea per l'analisi del mercato interno, dell'industria, dell'imprenditoria e della PMI ed in particolar modo al report pubblicato a settembre 2015 dal titolo *Cluster Programmes in Europe* (http://ec.europa.eu/growth/smes/cluster/observatory/index_en.htm - online 10.01.2016)

	2014 TOTALE COSTRUZIONI	% DI VARIAZIONE IN TERMINI REALI							
	Miliardi di euro	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
Germania	285	2,40	1,80	0,20	-0,40	0,30	0,39	0,48	
Francia	200	-2,80	-0,40	1,80	1,60	1,66	2,13	2,47	
Regno Unito	177	5,20	5,10	3,50	2,40	3,12	4,21	5,10	
Italia	163	-2,20	1,10	2,50	2,80	3,72	5,18	7,20	
Spagna	63	-2,40	1,80	3,60	5,00	6,50	7,93	9,04	
Paesi Bassi	60	0,30	3,40	3,50	4,70	5,78	7,98	9,73	
Svizzera	53	0,80	-0,70	1,40	1,50	1,97	2,71	3,01	
Norvegia	46	2,10	3,90	2,50	2,90	3,80	3,87	5,04	
Polonia	44	4,90	7,10	6,20	6,70	7,50	8,78	10,45	
Belgio	39	0,70	0,00	1,50	2,40	2,93	3,40	3,94	
Svezia	34	5,30	1,30	1,10	1,60	2,13	2,60	3,25	
Austria	32	1,70	1,00	1,30	1,50	1,91	2,63	3,52	
Finlandia	29	-0,20	1,50	1,70	3,20	4,10	5,20	5,41	
Danimarca	27	2,50	2,90	3,50	3,70	4,26	5,49	6,48	
Repubblica Ceca	16	1,00	2,50	3,30	4,00	4,96	5,56	7,67	
Portogallo	15	-1,00	2,50	3,60	5,00	6,55	8,25	10,40	
Irlanda	9	10,10	9,00	10,60	9,20	9,29	9,94	9,94	
Ungheria	9	14,30	5,10	3,80	2,90	3,45	4,35	5,52	
Repubblica Slovacca	4	-0,40	1,80	2,70	3,00	3,51	4,00	4,16	
Europa Occidentale	1.232	1,9	2	2	2	2,70	2,97	3,12	
Europa Orientale	73	5,5	5,1	5,5	5,5	7,15	7,79	9,98	

Fig. 2.2 - Sviluppo del mercato delle costruzioni nei differenti paesi europei – rielaborazione su fonte Euroconstruct.org

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Residenziale di nuova costruzione	-4	0,1	2,6	4,7	3,7	5,0	6,2	7,6
Non-residenziale di nuova costruzione	-5,2	0,6	2,7	2,1	2,3	3,1	4,1	4,7
Manutenzione straordinaria e riqualificazione	-0,3	1,4	1,6	1,1	1,4	1,8	2,2	2,6
Grandi opere di ingegneria civile	-4,2	1,4	2,2	2,6	2,7	3,7	4,4	4,9
Totale	-2,7	1	2,1	2,2	2,2	2,9	3,6	4,2

Fig. 2.3 - Sviluppo del mercato delle costruzioni nei differenti paesi europei per settori espresso in percentuali di crescita in termini reali – rielaborazione su fonte Euroconstruct.org

2.1.1 Mappatura dei principali andamenti economici comunitari

Europa Occidentale

La situazione del mercato in ognuno di questi paesi varia in rapporto agli indirizzi economiche e alla priorità politiche. In Germania, il paese più importante per portata economica, ci si attende che la crescita costante sia mantenuta al tasso dell'1,2% annuo fino al 2017. In Francia d'altra parte, dove le aspettative sono le meno promettenti, il tasso previsto è pari allo 0,1% annuo. In Irlanda si attesta invece il maggiore tasso di crescita pari al 6% annuo, segno di una importante ripresa economica.

Paesi Scandinavi

Le prospettive economiche per queste aree sono largamente positive almeno per i prossimi 3 anni. Anche la Danimarca, il paese più colpito dalla crisi finanziaria, sta riportando segni positivi di ripresa del mercato delle costruzioni. Inoltre le positive performance del mercato negli anni passati nel resto della regione scandinava ha contribuito alla fondazione di un solido futuro. La Svezia ha le prospettive di maggiore crescita in questa regione con un tasso di crescita che si attesta tra il 4 e il 5% per il 2016.

Europa Meridionale

La situazione per l'Europa Meridionale è invece ancora difficile. La congiuntura economica del nostro Paese, analogamente a quanto accade in Spagna o Portogallo, non ha ancora riportato una reale ripresa economica del settore costruzioni come vedremo successivamente in modo più approfondito. In alcuni casi, come ad esempio per alcune grandi imprese spagnole, la crescita è garantita da progetti esteri, in particolar modo in Medio Oriente. Tra i maggiori progetti è necessario riportare quelli relativi alla costruzione di una linea ferroviaria, del valore di 6,75 miliardi di Euro, e di una metropolitana, del valore di 6,03 miliardi, in Arabia Saudita. Generalmente le strategie attuate in queste regioni mirano perlopiù al raggiungimento di una nuova stabilità.

Europa Centro-Orientale

Le previsioni del mercato per le regioni centrali ed orientali dell'Europa sembrano essere positive dal momento che le nazioni che la compongono hanno economie in piena ripresa e crescita. Le principali analisi economiche danno per assodato un tasso di crescita pari ad almeno il 4% in questa regione, in particolar modo legato ad investimenti nell'ambito dei trasporti e dalla produzione di energia. La Polonia è il principale attore trainante di questa area e da sola compone il 60% del prodotto del settore costruzioni.

2.1.2 Analisi delle strategie per lo sviluppo del settore costruzioni

Le prospettive future del settore costruzioni restano ad ogni modo favorevoli e promettenti, in parte grazie anche all'impegno della Commissione Europea che si è prefissata come obiettivo una nuova stabilità e una nuova crescita sull'intero territorio. Nel 2013 è stato lanciato un *Action Plan* denominato *"Construction 2020"* con lo scopo di assicurare una maggiore competitività del settore, sia sul breve che sul lungo periodo, sulla base del cosiddetto sviluppo sostenibile⁵. Tale piano di azione risulta essere ampio ed inclusivo, definendo strategie di *"competizione sostenibile per il settore costruzioni e le sue imprese"* e i capisaldi della competitività e dell'efficienza. Il piano, nello specifico, si pone 5 obiettivi:

- Garanzia degli investimenti per il rinnovamento
- Investimento sul capitale umano
- Efficientamento delle risorse
- Miglioramento del mercato interno del settore costruzioni
- Consolidamento del settore a livello globale

4 *"Construction 2020 - Strategy for the sustainable competitiveness of the construction sector and its enterprises"* - comunicazione da parte della Commissione al Parlamento Europeo e al Consiglio, Brussels, 31.7.2012

5 La definizione oggi ampiamente condivisa di sviluppo sostenibile è quella contenuta nel rapporto Brundtland, elaborato nel 1987 dalla Commissione mondiale sull'ambiente e lo sviluppo e che prende il nome dall'allora premier norvegese Gro Harlem Brundtland, che presiedeva tale commissione: "Lo sviluppo sostenibile, lungi dall'essere una definitiva condizione di armonia, è piuttosto processo di cambiamento tale per cui lo sfruttamento delle risorse, la direzione degli investimenti, l'orientamento dello sviluppo tecnologico e i cambiamenti istituzionali siano resi coerenti con i bisogni futuri oltre che con gli attuali"

La European Building Confederation (EBC) ha positivamente accolto questo progetto ed è all'opera con la Commissione Europea sulle azioni chiave per promuovere la crescita del settore costruzioni in Europa e renderlo più attraente per possibili investimenti. Il piano *Construction 2020* supporta le PMI del settore incoraggiandole ad espandersi verso il mercato del rinnovamento a *low-carbon* attraverso strumenti finanziari ed incentivi. Il piano incoraggia inoltre una competitività positiva, in particolare attraverso il programma *Build Up Skill*⁶, un valido strumento per il miglioramento autonomo delle capacità di business. Il principale obiettivo della Commissione Europea è infatti quello di promuovere avanzamenti tecnologici nell'ambito dell'energia sostenibile così come delle infrastrutture intelligenti. Gli strumenti di questa politica includono investimenti in ambito tecnologico per incentivare l'innovazione: tali fattori indicano come l'Europa stia quindi attuando alcune delle più avanzate misure per l'efficientamento e lo sviluppo del settore.

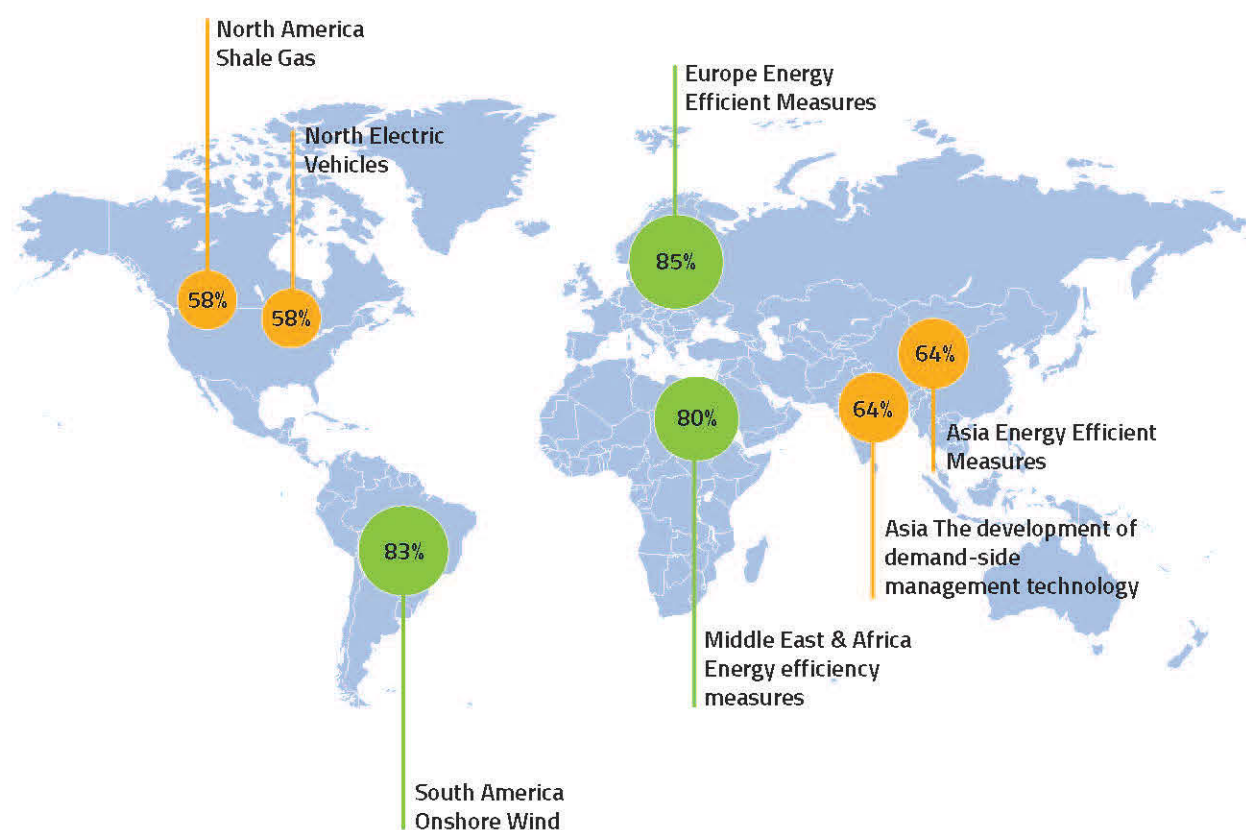


Fig. 2.4 – Principali investimenti a livello globale in ambito di politiche sostenibili – settore a percentuale di investimento in ambito di politiche sostenibili – rielaborazione su fonte Euroconstruct.org

Come sostenuto da Gumilar, Zarnić e Selih⁷ le amministrazioni locali, le associazioni di categoria e altri enti di indirizzo, nella logica di istituzione di cluster regionali e settoriali, dovranno adottare ulteriori strategie per il raggiungimento di un livello tecnologico medio-alto nella logica di aumento della competitività nel settore. È pertanto necessario indagare in maniera più approfondita la situazione locale.

6 Cfr. "Build Up Skill - An initiative to boost the energy skills of Europe's building workforce" – Commissione Europea, febbraio 2014

7 "It is of a vital importance for a construction sector to move to a medium-to-high-technology level, and to an associated improved business performance. Various approaches should be used by different stakeholders (governmental agencies, associations, and others) to achieve these goals." – GUMILAR V., ZARNIĆ R., SELIH J., *Increasing Competitiveness of the Construction Sector by Adopting Innovative Clustering*, Inzinerine Ekonomika-Engineering Economics, 2011

2.2 Identificazione degli indicatori economici per la valutazione del settore costruzioni nazionale

Anche l'economia italiana, sebbene ancora lentamente, è tornata a crescere nel 2015 dopo la lunga fase recessiva registrata negli anni precedenti. Alla luce dei dati Istat⁸ è possibile riscontrare come il PIL sia aumentato per il terzo trimestre consecutivo (fig. 2.5). Sebbene gli aumenti non siano ancora consistenti per identificare una piena ripresa, dopo il +0,1% rilevato nel primo trimestre dell'anno ed il +0,6% del secondo, il prodotto interno lordo, nel terzo trimestre 2015, è aumentato dello 0,8% rispetto allo stesso periodo dell'anno precedente. Per il 2016 le prospettive indicano incrementi annui più elevanti ed attestabili tra l'1,2% e l'1,6%.

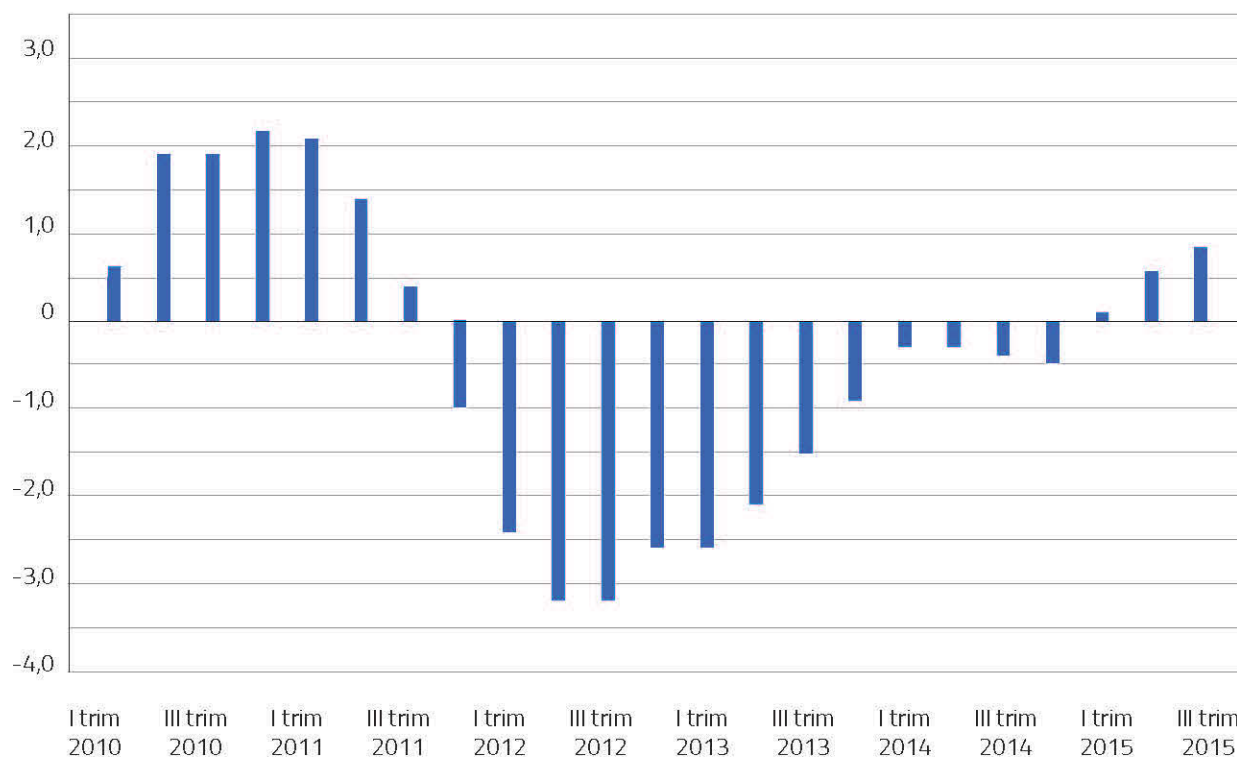




Fig. 2.6 - Effetti sull'economia nazionale di un aumento di domanda di costruzioni di 1 mld di Euro – rielaborazione su fonte Ance e base dati Istat

È proprio dal lato occupazionale che arriva un primo segnale positivo (fig. 2.7). Il numero di occupati nelle costruzioni, dopo 19 trimestri consecutivi di cali tendenziali, mostra, nel secondo trimestre 2015, una crescita del 2,3% su base annua, confermata nel trimestre successivo per i lavoratori dipendenti.

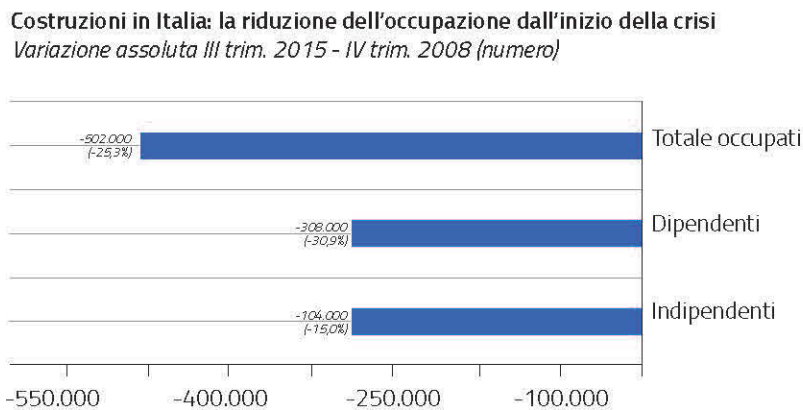


Fig. 2.7 – La riduzione dell'occupazione nel settore costruzioni dall'inizio della crisi – rielaborazione su fonte Ance e base dati Istat

A questo poi è necessario associare i *sentiment*¹¹ delle imprese del settore che, per la prima volta da anni, dichiarano un'aspettativa di allentamento della situazione di crisi. Tali indicazioni, sebbene la crisi di settore non possa dirsi ancora conclusa, sono incoraggianti per il 2016, anno in cui dovrebbe delinearci in modo oggettivo una ripresa del settore riscontrabile anche a livello numerico.

2.2.1 Analisi del mercato immobiliare nazionale

Il rallentamento degli investimenti nel settore delle costruzioni, come si evince dai dati Istat rappresentati in figura 2.8, è iniziato nel 2007 e a posteriori è stato identificato come uno dei segnali della recessione economico-finanziaria che da lì a un anno avrebbe stravolto il mercato globale. Il valore aggiunto del settore Costruzioni nel 2012 è sceso ai livelli dell'inizio del decennio scorso, perdendo quasi totalmente gli incrementi prodotti da allora. In soli sette anni, dal 2008 al 2015, secondo elaborazioni dell'Osservatorio congiunturale Ance su dati Istat¹², il settore avrebbe perso il -35% degli investimenti riportandosi ai livelli della prima metà degli anni Settanta, nonostante il rallentamento dell'ultimo biennio.

Il calo degli investimenti nel settore delle costruzioni è stato mitigato nel 2015 dalla proroga fino a dicembre del potenziamento degli incentivi fiscali per le ristrutturazioni edilizie e per l'efficientamento energetico (previsti dalla Legge di Stabilità per il 2015). Allo stesso modo incidono alcuni provvedimenti relativi alle opere pubbliche che, nonostante non abbiano portato ad invertire il segno negativo del mercato, ne hanno mitigato la flessione.

11 Parlando di *sentiment* (o *market sentiment*) si indica la combinazione dei punti di vista e delle opinioni dei partecipanti del mercato. Quando si cerca di analizzare il *sentiment* si cerca, dunque, di comprendere il "livello di fiducia" generale del mercato nei confronti di una determinata valuta ed in relazione ad una situazione.

12 ANCE, *Osservatorio congiunturale sull'Industria delle Costruzioni 2015*, op.cit.

Italia: valore aggiunto Settore Costruzioni e Totale Economia

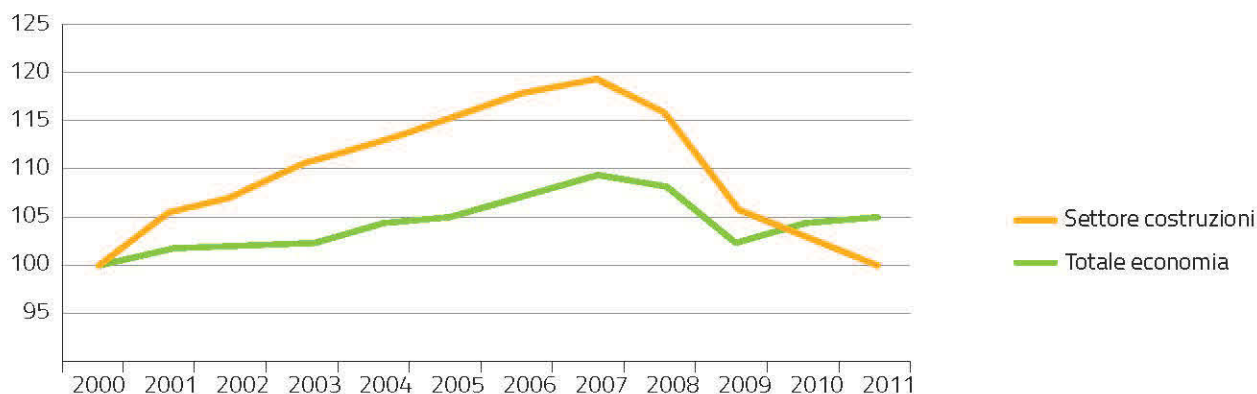
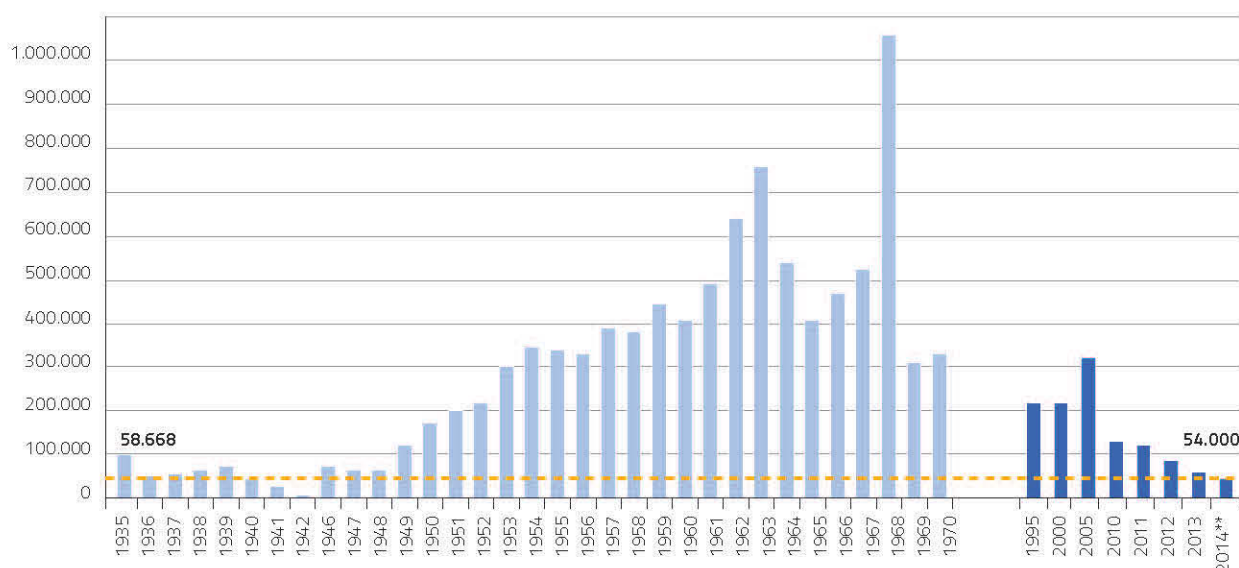


Fig. 2.8 - Valore aggiunto settore Costruzioni a livello nazionale e Totale economia (numero indice con base 100 al 2000, valori concatenati riferimento 2005) – rielaborazione su base dati Istat

Il comparto “nuove abitazioni” ha registrato la maggiore perdita attestandosi su una contrazione pari all’80% dal 2005. Solo nell’ultimo anno è possibile registrare un -6% rispetto al precedente, misurato sul numero dei permessi di costruire: si tratta dei livelli ai minimi storici dal 1936 (ad esclusione del periodo del secondo conflitto mondiale - fig. 2.9). Il dato non solo mette in luce la forte incidenza della crisi in questo settore ma delinea anche una importante inversione di tendenza del mercato.

ABITAZIONI (nuove e ampliamenti)

Progettate e permessi di costruire* - numero



*Abitazioni progettate fino al 1970 o Permessi di costruire dal 1995.

La rilevazione Istat si riferisce a permessi di costruire, Dia e Scia relativi ai nuovi fabbricati residenziali compresi quelli da ricostruire in caso di totale demolizione del fabbricato preesistente.

**stima Ance

Fig. 2.9 – Storico della costruzione di nuove abitazioni ed ampliamenti 1935-2014 – rielaborazione su fonte Ance e base dati Istat

Gli interventi di “manutenzione straordinaria” e riqualificazione del patrimonio abitativo, che si attestano nel 2015 pari al 36,3% del valore degli investimenti in costruzioni, rappresentano l’unico comparto che continua a mostrare una tenuta dei livelli produttivi. Seppur con un rallentamento nell’incremento degli investimenti nel biennio 2011-2012, non hanno mai registrato un decremento e rispetto al 2014 si registra un ulteriore incremento pari quasi all’1%.

INVESTIMENTI IN COSTRUZIONI PER COMPARTO - ANNO 2015

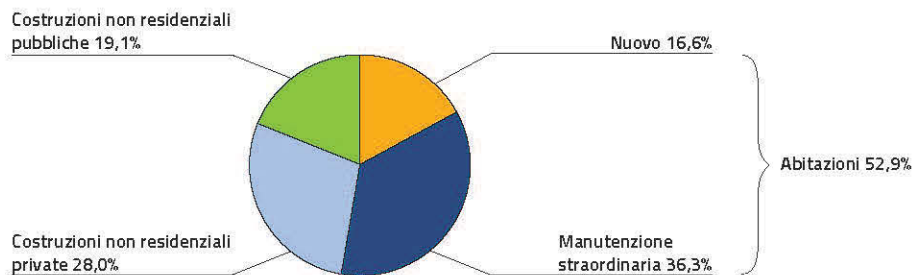


Fig. 2.10 – Investimenti nel settore costruzioni per comparto in riferimento all'anno 2015 – rielaborazione su fonte Ance e base dati Istat

Parallelamente anche il mercato immobiliare residenziale ha mostrato elementi di importante criticità in questi anni come è possibile osservare dal grafico in figura 2.11. Le abitazioni compravendute sono diminuite: tra il 2007 ed il 2013 il numero delle abitazioni compravendute si era più che dimezzato (-53,6%). Il volume delle trattazioni, secondo l'Agenzia delle Entrate¹³, a fine 2012 era pari al 50% in meno rispetto al 2004.

COMPRAVENDITE DI UNITÀ IMMOBILIARI AD USO ABITATIVO IN ITALIA

Numero - migliaia

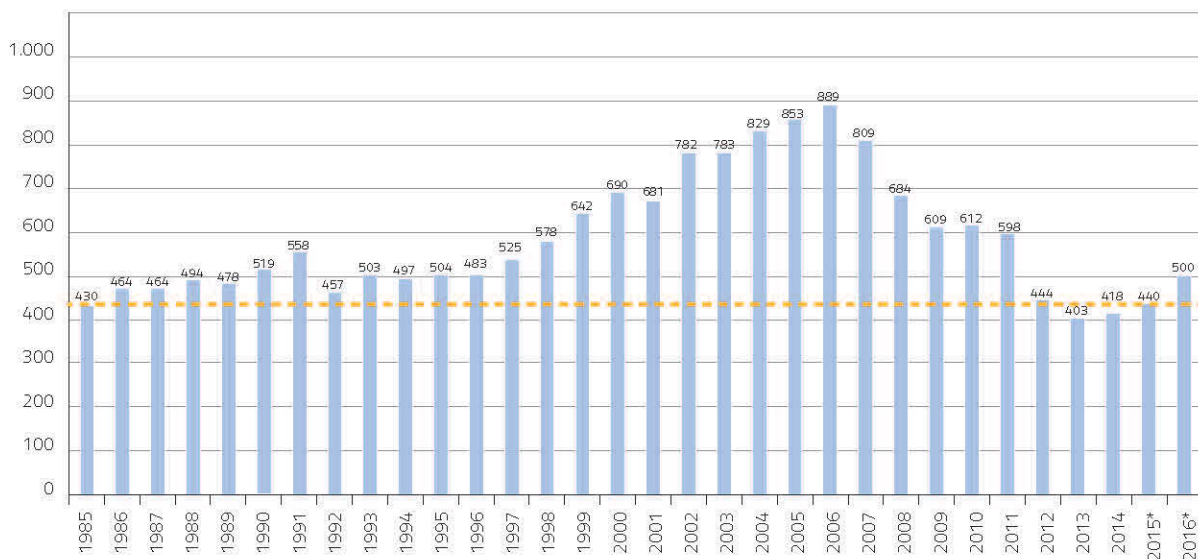


Fig. 2.11 – Compravendite di unità immobiliari ad uso abitativo in Italia – rielaborazione su fonte Ance e base dati Agenzia delle Entrate

La ripresa del numero di compravendite, in atto dal 2014, ha visto un consolidamento nel 2015 ed un significativo aumento del 10,8% rispetto all'anno precedente, rimanendo comunque ancora al di sotto dei valori registrati alla fine degli anni '80. Secondo i dati Ance¹⁴ sono circa 440mila le abitazioni compravendute nell'ultimo anno e il numero è destinato ad aumentare nel 2016. L'andamento positivo coinvolge sia i comuni capoluogo che i comuni non capoluogo e disarticolando i dati a livello di area geografica, si osserva come le compravendite di abitazioni siano in crescita su tutto il territorio nazionale. Il Nord Italia continua ad essere il territorio

¹³ OSSERVATORIO DEL MERCATO IMMOBILIARE, *Rapporto Immobiliare 2015. Il settore residenziale*, Agenzia delle Entrate, 2015

¹⁴ ANCE, *Osservatorio congiunturale sull'industria delle Costruzioni 2015*, op.cit.

con il maggiore incremento (+13%), seguito dal Centro in linea con le percentuali nazionali (+10,7%) e il Sud in coda (+7%). Nord e Sud inoltre risultano allineati come distribuzione tra città e resto del territorio, a favore delle prime, mentre al Centro il dato più significativo si riscontra nei comuni non capoluogo (+12,4%).

I dati riportati vanno però letti senza trascurare alcune chiavi interpretative.

- Per un bene d'uso come la casa è necessario tenere conto che le necessità alla base dell'acquisto imporranno, prima o poi, la realizzazione della compravendita non più rimandabile. Inoltre la riduzione dei prezzi nominali delle abitazioni avvenuta nel corso del 2014 ha introdotto maggiore propensione all'acquisto¹⁵.
- È dimostrato come, alla luce di un quadro di maggiore fiducia nei confronti delle famiglie, la ritrovata praticabilità del canale creditizio rappresenti uno dei principali driver alla base della ripartenza del mercato immobiliare¹⁶.
- I tassi di interessi ulteriormente diminuiti ed il credito delle banche aumentato rendono possibile anche alle imprese una maggiore possibilità di accesso al credito al fine di implementare standard per una maggiore competitività sul mercato¹⁷.

2.2.2 Analisi del mercato immobiliare regionale

A livello regionale l'andamento del settore costruzioni tende a seguire il trend nazionale, con alcuni scostamenti dovuti alla differente configurazione del settore rispetto alla media nazionale negli anni precedenti alla crisi. La crescita del settore delle costruzioni in Emilia-Romagna tra il 2000 e il 2008 è stata maggiore rispetto al resto dell'intero Paese, ma anche a quello del Nord nel suo complesso (e comunque ben superiore a quello dell'intera economia regionale nel periodo). Nel 2011 le costruzioni, malgrado la crisi fosse più intensa rispetto a quella italiana, valevano per il 5,5 % del valore aggiunto rispetto al 4,6% del 2000 (Fig. 2.12 e 2.13).

Settore Costruzioni e Totale Economia: valore aggiunto per livello territoriale

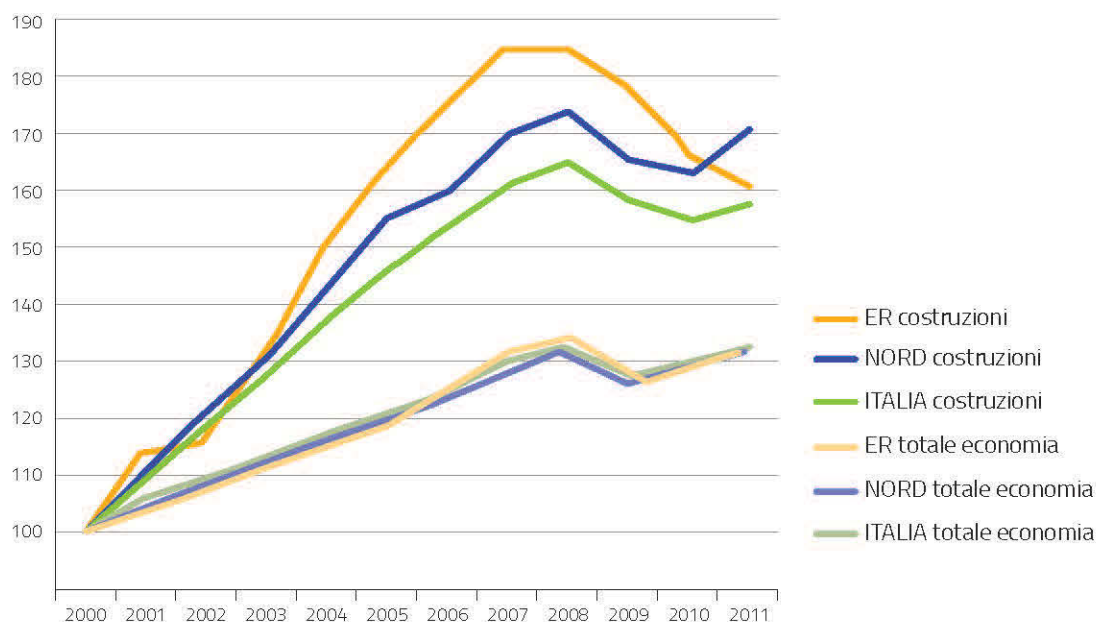


Fig. 2.12 - Settore Costruzioni e Totale Economia: valore aggiunto per livello territoriale (numero indice con base 100 al 2000, prezzi correnti) – rielaborazione su base dati Istat.

15 Cfr. OSSERVATORIO DEL MERCATO IMMOBILIARE, *Rapporto Immobiliare 2015*, op. cit.

16 Cfr. PANETTA F., SIGNORETTI F.M., *Credit demand and supply in Italy during the financial crisis*, in *SSRN Electronic Journal*, Gennaio 2010.

17 Cfr. ANTONINI E., PRIMICERI G., *I numeri della crisi*, pp. 148-157, in *TECHNE - Journal of Technology for Architecture and Environment - Oltre la crisi*, n. 01-2011, SITdA

Italia e Emilia-Romagna: Valore aggiunto Settore Costruzioni e Totale Economia

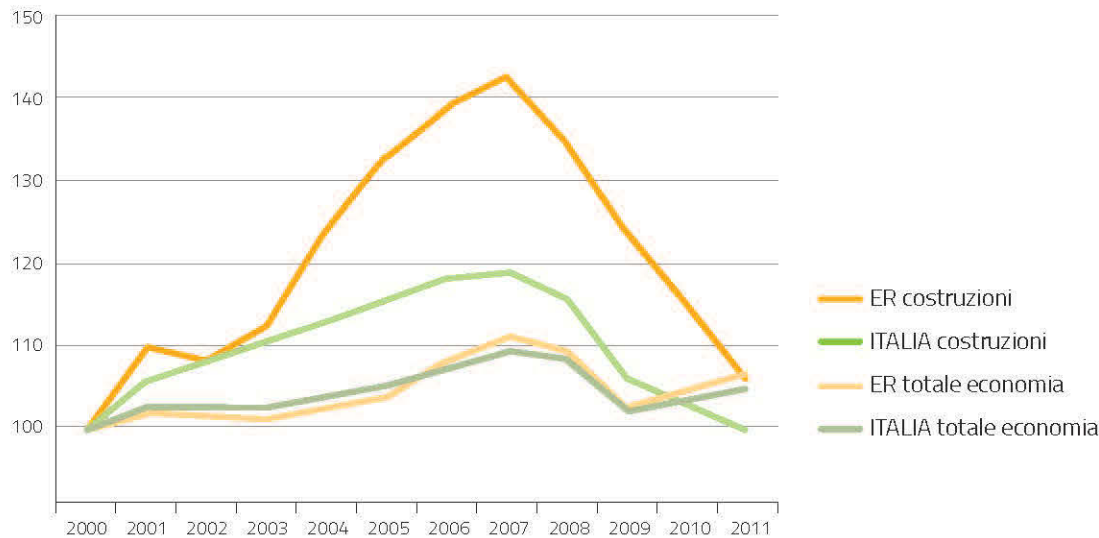


Fig. 2.13 - Emilia-Romagna e Italia: valore aggiunto Settore Costruzioni e Totale Economia (numero indice con base 100 al 2000, valori concatenati riferimento 2005) – rielaborazione su fonte Ance e base dati Istat

In base ai dati dell'Agenzia delle Entrate¹⁸ il numero delle compravendite è diminuito nel primo semestre del 2012 del 26% (22,6% a livello nazionale) a fronte di un calo del 6% dello stesso periodo dell'anno precedente e gli investimenti degli enti locali si sono dimezzati dal 2008 al 2011 passando da 1,2 miliardi di Euro a 650 milioni circa. È però necessario ricordare come, alla luce degli eventi sismici che hanno colpito una significativa parte del territorio regionale alla fine del maggio 2012, i dati sulla ricostruzione e i relativi fondi stanziati abbiano in parte falsato il confronto con i dati nazionali nel settore costruzioni. La congiuntura economico-finanziaria e gli effetti del terremoto, che hanno da un lato inciso pesantemente sul tessuto produttivo e dall'altro svalutato il valore immobiliare di molti edifici non più riconosciuti dalle banche come garanzie al finanziamento, hanno invece condotto ad un ampliamento degli effetti della crisi in termini di indotto.

La ripresa del mercato a livello nazionale trova però omologia anche a livello locale secondo l'indagine sulla congiuntura delle costruzioni realizzata in collaborazione tra Camere di commercio provinciali e Unioncamere Emilia-Romagna¹⁹ che rileva come nel terzo trimestre 2015 il volume d'affari sia salito del 2,1%. La tendenza positiva ha riguardato le piccole e le medie imprese, mentre è ancora lievemente negativo l'andamento delle aziende oltre i 50 addetti.

Il settore delle costruzioni in Emilia-Romagna ha perso in sette anni di crisi il 18% degli occupati, di cui circa 28 mila addetti in cassa integrazione, parallelamente al calo del 31% del valore aggiunto. La risposta della Regione alla crisi della filiera dell'abitare, di concerto con il Ministero del Lavoro, si è concretizzata in 3,6 milioni di euro, da distribuire tra aziende di costruzione degli edifici, attività estrattive di minerali per materiali da costruzioni e legno, produzioni di piastrelle e calcestruzzi, infissi e serramenti, produzione di componenti meccaniche per le abitazioni (caldaie, ascensori, chiusure automatiche, ecc.), attività di ingegneria e architettura.

La risposta alla crisi pertanto, non potendo intervenire a livello locale su fattori di criticità esterni (congiuntura economico-finanziaria, stretta creditizia, ecc.), si concentra sull'incentivazione di soluzioni a criticità interne, cercando di fare fronte ad un sistema di filiera "indebolito dalla frammentazione e dall'elevato numero di imprese, ulteriormente aumentato, soprattutto dall'inizio della crisi"²⁰.

18 OSSERVATORIO DEL MERCATO IMMOBILIARE, *Rapporto Immobiliare 2015. Il settore residenziale* - Dati Regionali Emilia-Romagna, Agenzia delle Entrate, 2015

19 UNIONCAMERE EMILIA-ROMAGNA, *Congiuntura delle costruzioni in Emilia-Romagna. Indagine sulle piccole e medie imprese*, 2014

20 ANTONINI E., PRIMICERI G., *I numeri della crisi*, op. cit.

2.3 Identificazione degli indicatori sociali, ambientali ed energetici

Gli interventi di riqualificazione rappresentano non solo un mercato trainante per l'uscita del settore edilizio dalla crisi economica ma divengono sempre più una stringente necessità. Secondo dati Ispra²¹, la cementificazione del suolo italiano negli ultimi cinque anni si è attestata su un ritmo di 8mq/secondo, con una occupazione di suolo pari al 7% dell'intero territorio nel 2014, con un incremento di 4,3 punti percentuali rispetto agli anni '50: un dato preoccupante visto in proiezione ma soprattutto insostenibile se confrontato con la capacità di assorbimento del mercato. In termini assoluti, il consumo di suolo può essere considerato pari a 21.000 chilometri quadrati del nostro territorio.

Negli ultimi anni, in coincidenza della crisi economica, è stato registrato un rallentamento del tasso di crescita di tale parametro ma, a causa della contemporanea contrazione della capacità di assorbimento del mercato, su tale estensione territoriale insisterebbero circa 130mila alloggi invenduti, mettendo nel conto sia quelli terminati, sia quelli in vendita "sulla carta" secondo il monitoraggio di Scenari Immobiliari condotto per il settimanale "Edilizia e Territorio"²². Ne emerge un quadro molto variegato nelle Regioni e nelle principali quattro città (Roma, Milano, Torino, Bologna) ma con un valore totale consistente, pari a un quinto delle compravendite residenziali registrate nel 2011.

Percentuale di suolo consumata in Italia



Suolo consumato per regione

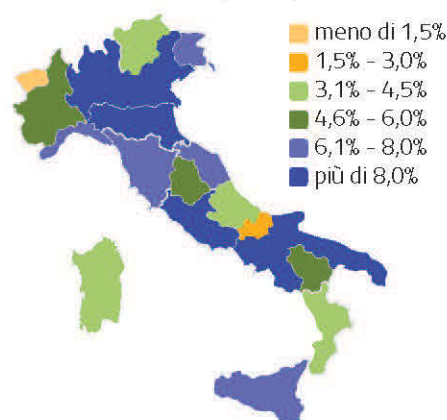


Fig. 2.14 - La cementificazione del suolo italiano: evoluzione storica e situazione attuale - elaborazione su fonte Ispra

Se il patrimonio immobiliare invenduto è in continua crescita, parallelamente il patrimonio esistente è soggetto a un'obsolescenza sempre maggiore. Più del 70% degli edifici residenziali presenti sul suolo nazionale è di costruzione antecedente agli anni '70 e si dimostra inadeguato a rispondere alle esigenze e agli standard attuali (fig. 2.15). Un quarto dell'intero patrimonio residenziale è costituito da edifici costruiti prima del 1946; in particolare, 1.832.504 edifici, ovvero il 15% del totale, risultano costruiti prima del 1919; di questi, il 4,1% si trova in pessimo stato di conservazione. Il Nord-ovest (oltre il 21%) e il Centro del Paese (18,5%) primeggiano in termini di quantità di edifici datati, mentre il Sud e le Isole presentano le più alte percentuali di edifici in pessimo stato di conservazione (fig. 2.16).²³

Come è stato rilevato nel 6° Rapporto annuale sulla sicurezza in Italia (2009)²⁴, elaborato da Cnipa e Censis, lo

21 MUNAFÒ M. et al., *Il consumo di suolo in Italia*, Edizioni ISPRA- Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale, 2015

22 FRONTERA M., *La casa che non si vende*, in *Edilizia e Territorio*, il Sole 24 Ore, 21 Maggio 2012

23 ISTAT, *Annuario Statistico Italiano 2015*, op. cit.

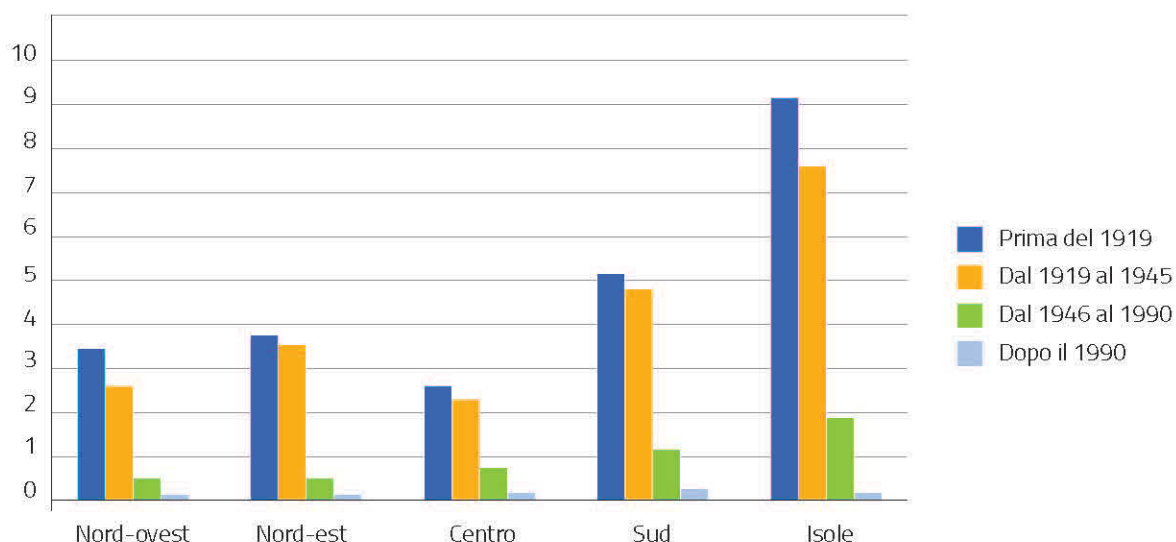
24 CENSIS, *6° Rapporto annuale sulla sicurezza in Italia. Strategie e scelte quotidiane per la sicurezza energetica*, Franco Angeli Editore, 2010

spreco energetico nel solo settore residenziale ammonta a oltre 8 miliardi di euro. In particolare, rileva l'Enea²⁵, l'energia consumata nell'edilizia residenziale per riscaldare gli ambienti e per l'acqua calda sanitaria rappresenta circa il 30% dei consumi energetici nazionali e produce circa il 25% delle emissioni nazionali di anidride carbonica. Il risultato è che l'energia utilizzata in una stagione per riscaldare a 20°C e condizionare a 26°C un edificio, viene in buona parte dispersa dalle strutture (tetto, muri, finestre) e soltanto una parte dall'impianto.



Fig. 2.15 – Rapporto tra obsolescenza dell'edilizia residenziale e incidenza sul consumo energetico nazionale – rielaborazione su fonte Cnipa e Censis

Edifici residenziali in pessimo stato di conservazione per epoca di costruzione e ripartizione geografica
Censimento 2011, per 100 edifici residenziali della stessa epoca di costruzione



Fonte: Istat, 15° Censimento generale della popolazione e delle abitazioni al 9 ottobre 2011 (R)

Fig. 2.16 – Edifici residenziali in pessimo stato di conservazione per epoca di costruzione e ripartizione geografica – rielaborazione su base dati Istat

Il processo di riqualificazione è ad oggi caratterizzato dall'impiego di materiali e componenti che non rispondono a requisiti prestazionali standardizzati e trasparenti ovvero non sono identificati in base alle loro prestazioni e qualità. Gli attori del settore delle costruzioni non si sono preoccupati di intervenire per ampliare la "cultura tecnologica" della propria clientela, non riuscendo a sfruttare nella comunicazione i dati e le specificità connesse al livello tecnologico impiegato nei componenti implementati per rendere "sicuri e sostenibili" gli edifici. Ad oggi la gestione del processo di riqualificazione avviene con strumenti mutuati dal settore delle nuove costruzioni, che non possono essere trasposti senza alcun adattamento e ottimizzazione al settore della riqualificazione: risulta cruciale definire e controllare con precisione le caratteristiche del processo per assicurare la trasparenza, di costo e di livello prestazionale, dell'intervento. Inoltre, nonostante i processi di riqualificazione siano caratterizzati

²⁵ BALDISSARRA B., CIORBA U., GAETA M., RAO M., VIRDIS M.R., *Rapporto Energia e Ambiente. Scenari e Strategie 2013. Verso un'Italia low carbon: sistema energetico, occupazione e investimenti*, ENEA - Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile, 2013

da un crescente uso di tecnologie innovative a secco e materiali compositi, il mercato non sta sfruttando a pieno le potenzialità di tali tecnologie per operare secondo criteri di trasparenza e quindi di ottimizzazione dei costi. Tale limitazione è dovuta anche all'assenza di un sistema a disposizione degli attori del processo, che consenta la gestione trasparente del processo di riqualificazione.

Al tempo stesso però, come afferma Claudio De Albertis, *“nei prossimi 10 anni il settore delle costruzioni è destinato a intraprendere un processo di innovazione di grande rilevanza. Si tratta di un processo guidato dalle dinamiche della globalizzazione, dall'evoluzione tecnologica e dalla questione energetico-ambientale. L'innovazione tecnologica e di processo farà sempre più la differenza in termini di qualità, prestazioni, sostenibilità, tempi e costi e quindi di competitività delle aziende. I grandi gruppi o le grandi aggregazioni di imprese potranno costruire un vantaggio competitivo basato sulla conoscenza, ma il processo di innovazione può essere perseguito anche da imprese medio-piccole”*²⁶.

Oltre alla trasparenza di processo e all'agevolazione all'accesso alle regole di mercato, l'implementazione delle tecnologie di comunicazione digitale nel settore edilizio concorrerebbe al raggiungimento di un maggiore livello di partecipazione e inclusività sociale, necessario alla crescita culturale da parte del cittadino, che può acquisire un maggior grado di consapevolezza e di coscienza²⁷. In tal senso, la trasparenza dell'informazione esistente rappresenta, in un'ottica di accessibilità, fruibilità e usabilità del dato, una leva importante per il rilancio delle imprese del settore. L'intervento di riqualificazione infatti non va considerato solo nella sua veste di trasformazione spaziale ma è necessario tenere in considerazione la potenzialità di innescare logiche comportamentali virtuose con impatto a scala urbana. La promozione di un nuovo modello dell'abitare consiste anche nella integrazione del costruito con innovativi sistemi di mobilità a basso impatto ambientale o di raccolta intelligente dei rifiuti caratterizzanti la città intelligente, così come nell'individuazione di soluzioni tecniche, fino ai sistemi appartenenti al settore dell'ICT, volti agli obiettivi di maggiore sicurezza ed accessibilità per agevolare diverse classi di utenza²⁸.

2.3.1 Individuazione degli obiettivi europei e loro recepimento nazionale

Sulla base dell'inquadramento economico del settore costruzioni emerge come questo sia di fondamentale importanza per l'economia europea, fornendo posti di lavoro in modo diretto a 20 milioni di persone e contribuendo al 10% del prodotto interno lordo calcolato a scala comunitaria. Inoltre è necessario considerare l'indotto come volano di crescita economica complessiva e non da ultime le risposte che fornisce, grazie a soluzioni innovative, alle sfide sociali, climatiche ed energetiche.

In questa logica si pone la direttiva 2012/27/UE²⁹ che sancisce il ruolo fondamentale dell'efficienza energetica come strumento strategico nell'attuale scenario europeo al fine di affrontare sfide quali la riduzione delle emissioni di gas serra e la sostenibilità delle fonti energetiche primarie al fine di limitare i fattori responsabili dei cambiamenti climatici e contribuire allo stesso modo al rilancio della crescita economica attraverso nuovi posti di lavoro. L'attenzione sempre crescente verso l'ambiente, anche grazie alla consapevolezza degli effetti sulla salute umana, impone di considerare la riduzione delle emissioni al pari del risparmio economico. La dipendenza dell'Unione europea, dal punto di vista energetico, da risorse fossili, spesso collocate in aree politicamente instabili, e la scarsità di risorse energetiche proprie, mette a rischio lo sviluppo economico dell'Europa: se non gestiti correttamente, l'aumento della popolazione e il miglioramento degli standard di vita porterebbero a un cambiamento climatico irreversibile del nostro pianeta con pesanti ripercussioni. L'efficienza energetica è inoltre una grande opportunità per il rilancio di diversi settori della nostra economia come l'edilizia, ma soprattutto è un catalizzatore per l'introduzione e la diffusione di tecnologie sempre più innovative ed efficienti. Il rilancio dei

26 DE ALBERTIS C., *Investire nel territorio: condizioni, criticità, risorse, opportunità*, pp.30-35, in *TECHNE - Journal of Technology for Architecture and Environment - Oltre la crisi*, n. 01-2011, SITdA

27 Cfr. ASTER, *Strategia regionale di Specializzazione Intelligente S3. Le priorità Tecnologiche Regionali. Edilizia e Costruzioni*, Rete Alta Tecnologia Emilia-Romagna. 2013

28 Cfr. ALAIMO G., CARBONARI A., CIRIBINI A., DANIOTTI B., DELL'OSSO G. R., ESPOSITO M. A., *Il Mattone Mancante: verso l'Industria dell'Ambiente Costruito del 21° secolo*, Maggioli Editore, 2012.

29 DIRETTIVA 2012/27/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 25 ottobre 2012 sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE

principali settori industriali e l'introduzione di tecnologie innovative porteranno alla creazione di nuovi posti di lavoro di qualità in diversi settori connessi con l'efficienza energetica.

La Direttiva 27 impone un risparmio energetico pari al 20% dei consumi di energia primaria rispetto alle proiezioni del 2020. Tale riduzione di consumi di energia comporterebbero, per l'Italia, un risparmio energetico di 20 Milioni di tonnellate equivalenti di petrolio di energia primaria e 15.5 Milioni di tonnellate equivalenti di petrolio in energia finale. Per il recepimento della direttiva e della più specifica e precedente 2010/31/UE in materia edilizia e prestazione energetica degli edifici, l'apparato normativo del nostro paese si è evoluto mediante alcuni specifici dispositivi legislativi.

Sulla Gazzetta ufficiale n. 165 del 18 luglio 2014 è stato pubblicato il Decreto Legislativo n. 102/2014 recante "Attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE". Il decreto stabilisce un quadro di misure per la promozione e il miglioramento dell'efficienza energetica che concorrono al conseguimento dell'obiettivo nazionale di risparmio energetico. Inoltre, il decreto detta norme finalizzate a rimuovere gli ostacoli sul mercato dell'energia e a superare le carenze del mercato che frenano l'efficienza nella fornitura e negli usi finali dell'energia. In particolare, il testo designa l'ENEA come responsabile per la definizione di una serie di proposte per interventi di medio-lungo termine per il miglioramento della prestazione energetica degli immobili sia pubblici che privati. Per i privati, secondo art. 9, è previsto l'obbligo dell'installazione dei dispositivi di contabilizzazione del calore nei condomini e nelle singole unità immobiliari a partire dal 1° gennaio 2017 al fine di sensibilizzare tutti i cittadini ad un uso razionale dell'energia e a renderli consapevoli dei loro consumi. L'obbligo riguarda la contabilizzazione e la ripartizione dei consumi in tutti gli immobili dotati d'impianti di riscaldamento, acqua calda o raffrescamento centralizzato.

Sul fronte regionale l'Emilia-Romagna ha predisposto già nel 2008 un Piano Energetico Regionale (PER), in modo congiunto a due piani triennali attuativi (2008-2010 e 2011-2013)³⁰, che individuano l'aumento delle prestazioni degli edifici, parallelamente all'ottimizzazione di processi produttivi, prodotti, sistemi e reti territoriali e di trasporto, come una delle tematiche essenziali per ridurre l'indice di intensità energetica di 1,5 punti percentuali all'anno e di aumentare in egual misura il contributo delle fonti rinnovabili nei consumi elettrici al fine di incontrare le richieste europee nel 2020. Il piano regionale individuava 6 punti strategici sui quali operare per raggiungere elevati standard e adempiere alla riqualificazione energetica dei sistemi urbani ed edilizi:

- a. contenimento dei consumi energetici degli edifici;
- b. miglioramento energetico degli impianti di riscaldamento e climatizzazione;
- c. riqualificazione e certificazione degli edifici pubblici;
- d. incentivazione di sistemi di domotica e building automation;
- e. miglioramento dell'efficienza energetica dei sistemi di illuminazione pubblica;
- f. incentivazione del teleriscaldamento urbano e della generazione distributiva.

Recentemente è stato avviato il percorso per un nuovo Piano Energetico Regionale, annunciato il 27 novembre 2015 in occasione degli Stati Generali della *green economy*: infrastrutture e reti, edifici pubblici e privati, mobilità, sistema produttivo, bio-energie, pianificazione regionale sono i temi portanti che animeranno gli incontri del 2016 tra gli attori pubblici e privati chiamati a contribuire alla stesura del nuovo programma per il futuro energetico dell'Emilia-Romagna.

Se l'apparato normativo con specifico riferimento alle prestazioni degli edifici sta generalmente procedendo con buona velocità e buona efficacia dei dispositivi legislativi, più tortuoso è il percorso riservato alla regolamentazione dell'utilizzo del suolo. La problematica era stata evidenziata dalla Commissione Europea già nel 2002 attraverso la comunicazione dal titolo "Verso una strategia tematica per la protezione del suolo"³¹, poi tradotta

30 Il Piano energetico regionale (PER) della Regione Emilia-Romagna e il Piano triennale di attuazione (Pta) 2008-2010 sono derivati dalla Legge regionale n. 26 del 23 dicembre 2004. Il Piano attuativo 2011-2013 del PER è stato invece approvato con Delibera dell'Assemblea legislativa n. 50 del 26 luglio 2011.

31 "Towards a Thematic Strategy for Soil Protection" - comunicazione da parte della Commissione al Parlamento Europeo e al Consiglio, Brussels, 16.4.2002

in Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio nel 2006 per ridurre gli effetti negativi del consumo di suolo e, in particolare, della sua forma più evidente e irreversibile: l'impermeabilizzazione. Gli sviluppi più recenti hanno però portato la Commissione a ritirare la proposta della Direttiva Quadro del 2006, che avrebbe trasformato la Strategia tematica per la protezione del suolo in norme vincolanti per gli Stati Membri, nonostante abbia dichiarato di voler mantenere il proprio impegno sulla questione delegando al Settimo Programma di Azione Ambientale le sfide da affrontare per il perseguimento degli obiettivi sulla protezione del suolo.

Anche a livello nazionale la tematica è tuttora al centro di un continuo ed acceso dibattito che si traduce, dal punto di vista legislativo, un tortuoso percorso per il DDL sul "Contenimento del consumo del suolo e riuso del suolo edificato" sul quale è stata però trovata l'intesa e l'approvazione delle Commissioni Ambiente e Agricoltura della Camera. Il Disegno di Legge individua "l'obbligo della priorità del riuso e della rigenerazione urbana [che] comporta la necessità di una valutazione delle alternative di localizzazione che non determinino consumo di suolo"³². Chiaramente l'indirizzo nazionale in materia di gestione del suolo dovrà essere recepito dalle amministrazioni regionali e locali attraverso adeguate politiche di governo del territorio, al fine di ridurre il consumo di suolo ad una percentuale pari o inferiore al 50% della media regionale nei cinque anni precedenti. Inoltre i proventi derivanti dal pagamento degli oneri di urbanizzazione o dalle sanzioni per gli interventi eseguiti in difformità dal titolo abilitativo, che attualmente i Comuni possono destinare al 50% per il pagamento delle spese correnti, saranno utilizzati solo ed esclusivamente a beneficio delle operazioni di riqualificazione. Infine, entro nove mesi dall'entrata in vigore della legge sul consumo di suolo, il Governo dovrà adottare decreti legislativi atti ad identificare procedure semplificate per la rigenerazione delle aree urbane periferiche degradate. I progetti dovranno essere basati su elevati standard di qualità ambientale attraverso l'indicazione di precisi obiettivi prestazionali degli edifici e dovrà essere assicurata la loro qualità architettonica attraverso il ricorso a bandi e concorsi rivolti agli architetti.

2.3.2 Analisi delle sfide comunitarie per la ricerca e l'innovazione

In conseguenza del forte legame tra i temi di nuova crescita sostenibile e gli sviluppi della ricerca, il più recente programma quadro di finanziamenti si integra a quest'ultima in una visione condivisa. Con Horizon 2020, viene per la prima volta ricondotto ad un quadro unico l'insieme degli investimenti dell'UE per la ricerca e l'innovazione. Il Programma, in virtù di una disponibilità di fondi vicino agli 80 miliardi di euro da distribuire su 7 anni (2014-2020), dedica una forte attenzione alla conversione delle nuove conoscenze in prodotti, processi e servizi innovativi, che, al tempo stesso, offrano opportunità al sistema produttivo e contribuiscano al miglioramento della vita dei cittadini. Horizon 2020 prevede infatti finanziamenti che coprono l'intero percorso, dalla ricerca *knowledge driven*, alla sua traduzione in innovazione *technology driven*, fino alle applicazioni industriali e commerciali (*society driven*)³³.

Su questa logica si innestano infatti i tre *pillars* su cui il programma di finanziamenti è stato costruito:

1. *"Excellent Science"* – include fondi dedicati ai ricercatori individuali in qualità di European Research Council e Marie Skłodowska-Curie fellowships (conosciuti come Marie Curie fellowships) e si configura come la parte strettamente connessa alla pura ricerca;
2. *"Industrial Leadership"* – include i fondi per piccole e medie imprese e finanziamenti indiretti per società attraverso la European Investment Bank e altri intermediari finanziari e si configura come la parte di trasferimento di nuove tecnologie a livello industriale;
3. *"Societal Challenges"* – che a sua volta, data l'estrema complessità dell'area di ricerca, si scompone in 7 macro-tematiche:
 - *Health, demographic change and wellbeing;*
 - *Food security, sustainable agriculture and forestry, marine, maritime and inland water research, and the bioeconomy;*
 - *Secure, clean and efficient energy;*

³² Art.1, comma2 dal Disegno Di Legge (DDL) "Contenimento del consumo del suolo e riuso del suolo edificato", Nuovo testo dell'Atto Camera 2039 Governo ed abb., Testo risultante dagli emendamenti approvati in sede referente

³³ Cfr. MIUR, *Documento Horizon 2020 Italia*, Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca, 2013

- *Smart, green and integrated transport;*
- *Climate action, environment, resource efficiency and raw materials;*
- *Inclusive, innovative and reflective societies;*
- *Secure & innovative societies.*

In questo ultimo *pillar* ricadono la maggior parte degli ambiti collegati al settore costruzioni e che possono essere declinati, di conseguenza, in chiave di edilizia, riqualificazione e gestione del territorio. Buona parte delle macro-tematiche individuate in tale suddivisione elaborata dalla Commissione Europea può essere pertanto interpretata in chiave di lettura delle possibili ricadute che progetti di ricerca sviluppati nei singoli ambiti potrebbero apportare alla pratica professionale.

Energia sicura, pulita e intelligente

- Ridurre il consumo energetico e la *carbon footprint* per mezzo di un uso intelligente e sostenibile delle risorse
- Sbloccare il potenziale dei sistemi efficienti e rinnovabili di riscaldamento e raffreddamento
- Applicare sistemi a energia alternativa efficienti, affidabili e concorrenziali sul piano dei costi
- Attuare una commercializzazione di massa delle tecnologie e dei servizi per un uso efficiente dell'energia
- Permettere al mercato assorbimento dell'innovazione energetica a beneficio dei consumatori e degli operatori stessi

Azioni climatiche, ambientali ed efficienza delle risorse e delle materie prime

- Riduzione del consumo di suolo intervenendo in chiave di rigenerazione urbana
- Ottimizzazione generale del processo per ridurre l'impatto ambientale
- Riciclo dei materiali da demolizione nel cantiere intelligente

Trasporti intelligenti, ecologici e integrati

- Sviluppo di infrastrutture e servizi intelligenti per il miglioramento dei trasporti e della mobilità nelle aree urbane
- Diminuzione del traffico veicolare ed aumento la sicurezza
- Implementazione di nuovi sistemi di mobilità condivisa pubblica e privata come, ad esempio, sul modello del *car sharing*
- Sviluppo di un mobilità basata su fonti energetiche alternative con particolare riferimento alla mobilità elettrica e alle infrastrutture di ricarica ad essa connesse

Salute e benessere

- Sviluppo di filiere controllate nell'ottica dei materiali impiegati e del loro impatto sulla salute
- Attenzione all'invecchiamento attivo e ai sistemi di *age conversion* degli edifici preesistenti
- Abbattimento delle barriere architettoniche
- Integrazione di sistemi ICT in grado di agevolare diverse classi di utenza

Società inclusive, innovative, sicure e consapevoli

- Sviluppo di procedure a garanzia della consapevolezza del processo edilizio
- Attenzione ai sistemi di comunicazione sui temi dell'edilizia
- Implementazione di soluzione ICT a garanzia della trasparenza del mercato

2.4 Quadro sinottico delle strategie di riqualificazione del patrimonio

In conclusione del presente capitolo di inquadramento si riporta di seguito una schematizzazione sintetica che recepisce quanto esposto (fig. 2.17) sulla base di indicatori socio-economici, ambientali ed economici, classificati in base all'incidenza rispetto a quattro driver di innovazione, che saranno utilizzati come elementi di misurazione in sede di trattazione della presente tesi.

		INDICATORI		
		SOCIO-ECONOMICI	AMBIENTALI	ENERGETICI
DRIVER DI INNOVAZIONE	TRASPARENZA	Costi di costruzione o intervento	Consumo di suolo	Efficienza come parametro di scelta
	CONSAPEVOLEZZA	Riduzione costi di esercizio	Riduzione emissioni da sprechi utente Mobilità sostenibile Gestione rifiuti	Efficientamento a costo zero
	SALUTE E BENESSERE	Comfort abitativo Sicurezza strutturale	Controllo delle emissioni Attenzione alla filiera materiali	Efficientamento su parametri utente
	INNOVAZIONE TECNOLOGICA	Riduzione costi di esercizio	Riduzione emissioni da efficientamento tecnico	Incremento efficienza degli impianti Minori dispersioni dell'involucro

Fig. 2.17 – Esempificazione del rapporto tra driver di innovazione della filiera costruzioni ed indicatori di misurazione della loro ricaduta in termini sociali, ambientali ed energetici.

DRIVER DI INNOVAZIONE: si configurano come le condizioni strutturali indispensabili per sviluppare il potenziale di innovazione, sebbene non siano essi stessi la misura dell'innovazione.

Trasparenza - si fa riferimento alla capacità del processo di dotarsi di strumenti di comunicazione e condivisione delle informazioni in maniera inclusiva e una precisa identificazione della responsabilità delle azioni.

Consapevolezza - si fa riferimento all'adozione di comportamenti derivanti dalla disponibilità di dati certi al fine di ottimizzare flussi di azioni e ridurre di conseguenza consumi superflui mediante comportamenti virtuosi.

Salute e benessere - si fa riferimento all'attenzione rispetto ai temi di comfort ambientale, sia su parametri oggettivi che comportamentali, di sicurezza e di attenzione rispetto alla filiera dei materiali.

Innovazione tecnologica - si fa riferimento all'introduzione di avanzamenti tecnologici, rispetto a tutti i temi della filiera edilizia, nell'ottica di trasferimento tecnologico dal mondo della ricerca a quello professionale

INDICATORI: poiché i driver di innovazione non sono direttamente misurabili, è necessario utilizzare degli indicatori, cioè elementi per i quali sia possibile la definizione di un'unità di misura.

Socio-economici - si configurano come elemento di misura rispetto alle voci di costo, con impatto sull'aspetto sociale, che determinano il valore di un immobile.

Ambientali - si configurano come elemento di misura rispetto alla tematiche ambientali, con specifico riferimento alla riduzione del consumo di risorse e al contenimento delle emissioni inquinanti.

Energetici - si configurano, in maniera trasversale ai precedenti indicatori, come elemento di misura rispetto ai parametri energetici nell'ottica di ottimizzare i consumi per contenere i costi.

CAPITOLO 3

Stato dell'arte della rappresentazione digitale integrata del processo edilizio

3.1 Inquadramento delle filiere digitali per il processo edilizio di riqualificazione.....	53
3.1.1 La rappresentazione digitale del progetto sul costruito	54
3.1.2 Modelli collaborativi digitali per la gestione del processo edilizio	56
3.2 Definizione di strumenti e metodologie per la digitalizzazione del processo edilizio	59
3.2.1 Restituzione tridimensionale del dato prodotto nel rilievo integrato	62
3.2.2 Modelli rappresentativi per il progetto sul costruito nel passaggio dal CAD al BIM.....	65
3.2.3 Valutazione dell'interoperabilità tra strumenti BIM e GIS per la gestione dei processi di trasformazione urbana.	69
3.2.4 Modelli BIM come database informativi per il Facility Management	71
3.3 Analisi dei requisiti normativi in ambito rappresentativo	73
3.3.1 Direttive Europee per la digitalizzazione nei lavori pubblici	74

Nel capitolo viene delineato lo stato dell'arte della rappresentazione digitale integrata del processo edilizio che si rivolge ormai, in maniera sempre più costante e progressiva, verso un'evoluzione contrassegnata dal passaggio dalla staticità del disegno alla dinamicità del modello. La modellazione è uno dei processi fondamentali della mente umana e il modello digitale del costruito si configura infatti come una rappresentazione fisica, una simulazione atta a studiarne il comportamento in determinate situazioni, senza però che in questo se ne voglia avere una rappresentazione esaustiva del reale.

Dal punto di vista della pratica professionale è possibile raggruppare la maggior parte degli strumenti digitali più avanzati dedicati alla progettazione e alla gestione delle caratteristiche e delle funzionalità di un edificio, sotto il nome di Building Information Modelling (BIM), caratterizzati da una natura collaborativa tra differenti attori e su una filiera che si intende inclusiva rispetto all'intero ciclo di vita di un immobile. In tale ambito si è delineato lo stato dell'arte dei sistemi digitali di rappresentazione integrata, così come dei requisiti normativi ad essi connessi.

3.1 Inquadramento delle filiere digitali per il processo edilizio di riqualificazione

In considerazione di quanto delineato nel capitolo precedente, emerge chiaramente come il processo edilizio di riqualificazione sarà, con tutta probabilità, l'ambito di intervento della maggior parte dell'attività professionale da qui ai prossimi anni. In ambito nazionale è di certo possibile considerare come assodato che, presa in considerazione la complessa filiera del processo edilizio all'interno della quale intervengono molteplici professionisti con differenti competenze in ambito di processi di progettazione, costruzione e gestione di un bene immobiliare, la conoscenza dei vari attori operanti sul mercato sia solo superficiale in merito a quanto accade nel processo prima e dopo il loro coinvolgimento¹. Parallelamente emerge però come ogni informazione sul manufatto edilizio, generata durante l'intero ciclo di vita, si configuri come volano per il miglioramento dell'efficienza complessiva del ruolo di tutti professionisti coinvolti, benché tempi, condizioni e modalità di riutilizzo non risultino di immediata comprensione in un processo che rappresenta molto più di un passaggio dalla progettazione basata sulla carta a quella digitale². Ne consegue una indubbia necessità di strutturare, archiviare e diffondere le informazioni sul manufatto edilizio in modo organico, integrato ed accessibile, così come avviene per ogni altro bene, inteso nell'accezione del termine inglese *asset*³, ovvero degno di valorizzazione. L'intervento sul patrimonio esistente richiede pertanto una forte esigenza di definire avanzati strumenti informativi a supporto di complessi processi decisionali, in grado di integrare differenti competenze, a diverse scale e in diversi momenti del ciclo di vita degli edifici⁴.

Al fine di comprendere come sia possibile gestire dal punto di vista digitale le informazioni generate all'interno della filiera edilizia è necessario precisare come questo non richieda lo stravolgimento di procedimenti operativi consolidati in un settore tendenzialmente restio all'innovazione⁵. Occorre, al contrario, partire dalla consapevolezza che dati ed informazioni sono veri e propri *asset* di filiera, al fine di definire ed implementare processi di gestione (*information management*) e scambio delle informazioni (*information exchange*), sfruttando il rapido sviluppo delle tecnologie e della cosiddetta *business intelligence*⁶. Attraverso una semplice osservazione empirica è possibile constatare come gran parte delle informazioni generate durante il processo edilizio siano di tipo alfanumerico: inoltre tutte le informazioni relative agli edifici e ai beni civili costruiti o ristrutturati negli ultimi anni sono state in larga parte riportate in forma digitale tramite l'utilizzo di fogli di calcolo da qualche operatore della filiera (sia esso il progettista, il project manager, il direttore lavori, il produttore di un impianto, il direttore amministrativo, ecc.). Nonostante questo, all'interno del processo di filiera, spesso l'informazione viene degra-

- 1 Cfr. LOFFREDA G., CARRARA G., TRENTO A., FIORAVANTI A., *Conoscere collaborare progettare - teoria tecniche e applicazioni per la collaborazione in architettura*, Gangemi Editore, 2014.
- 2 Cfr. OSELLO A., *Il futuro del disegno con il BIM per ingegneri e architetti*, Dario Flaccovio Editore, 2012
- 3 Si definisce come *asset* una risorsa controllata da una entità, come risultato di eventi passati, che si configura come generatrice di benefici economici futuri. - IFRS for SMEs. London: IASB (International Accounting Standards Board). 2015. p. 14.
- 4 "L'introduzione nel campo dell'architettura di tecniche di modellazione tridimensionale e di sistemi di visualizzazione dinamica di scenari ottenuti dal rilievo del costruito servendosi di metodi numerici a base digitale ha permesso, negli anni, l'introduzione di nuovi concetti rappresentativi dalla scala dell'oggetto (PDM - Product Data Management System) alla scala del territorio (GIS - Graphic Information System) passando per quella architettonica (BIM - Building Information Model)." - GAIANI M., *Metodi di fruizione di modelli 3D digitali dalla scala dell'oggetto a quella della città con dispositivi a differente livello di iconicità e facilità di interazione*, in CHIAVONI E., FILIPPA M. (a cura di), *Metodologie integrate per il rilievo, il disegno, la modellazione dell'architettura e della città*, Ricerca PRIN coordinatore Mario Docci, Gangemi Editore, 2007
- 5 "[...]inerzia di un'industria, quella edilizia, legata a una tradizione secolare, e restia all'innovazione, soprattutto se subitanea e radicale" - L. CARDELLICCHIO, C. CONFORTI, *Industria delle Costruzioni*, in *XXI Secolo*, Treccani, 2010 (online - 10.02.2016)
- 6 Con la locuzione *business intelligence* (BI) si fa solitamente riferimento ad un insieme di processi aziendali e tecnologie atte a raccogliere dati ed analizzare informazioni strategiche. Tale espressione è stata coniata nel 1958 da Hans Peter Luhn, ricercatore tedesco, mentre lavorava per conto di IBM. - H.P. Luhn, *A Business Intelligence System*, pp.314-319, in *IBM Journal*, 1958

data⁷, soprattutto dal punto di vista digitale ed in particolar modo quando è trasferita da chi l'ha generata a chi dovrebbe utilizzarla, nelle sue caratteristiche di comprensione e riutilizzo. Per le più svariate ragioni (tecniche, informatiche, contrattuali, ecc.) la maggior parte dei dati vede, durante il trasferimento ad altro utente, la traduzione su formato pdf o cartaceo (da qui in avanti definito *paperbased*) causando l'impossibilità di avvalersi dei vantaggi derivanti dall'esistenza di un archivio di dati comune. Poiché nel confronto con i diversi interlocutori del settore spesso emerge come la trasformazione delle informazioni dal digitale all'analogico implichi anche una tutela sulle responsabilità di riutilizzo del dato, è comprensibile come una proposta normativa che garantisca la proprietà delle informazioni e dei dati creati, così come ne il loro utilizzo in modo appropriato, debba andare di pari passo con la definizione delle filiere edilizie digitali. Su questo aspetto possono essere prese in esame regolamentazioni in settori paralleli, capaci di permettere agli autori delle informazioni un monitoraggio continuo e flessibile dell'utilizzo del dato da loro prodotto, fino all'automazione della messaggistica tra attori, volta alla semplice comunicazione di avvenuta variazione o alla più avanzata richiesta di consenso.⁸

Attraverso la definizione di filiere digitali, in attesa del loro consolidamento e dalla loro normazione, l'insieme delle informazioni inerenti un bene immobiliare possono comunque già essere considerate appetibili per organizzazioni e società fino ad ora interessate solo in modo marginale agli argomenti sin qui descritti: si considerino ad esempio gestori immobiliari, assicurazioni, imprese operanti negli ambiti di sicurezza e prevenzione o si prenda in esame addirittura la possibilità di nuove opportunità di mercato legate alla certificazione di informazioni immobiliari⁹.

3.1.1 La rappresentazione digitale del progetto sul costruito

Il flusso di lavoro digitale, soprattutto nel momento in cui prendiamo in esame rigenerazioni edilizie e progetti sul costruito, fino a toccare la scala urbana, si configura come una vera e propria rappresentazione integrata, intesa in modo inclusivo su tutta la filiera, in relazione alla necessità espressa dai diversi professionisti di interfacciarsi tramite un linguaggio comune¹⁰. Lo strumento rappresentativo è quindi parte integrante del processo progettuale e, poiché le innovazioni produttive sono sempre collegate ai processi edilizi, dalla progettazione, al cantiere, fino alla gestione, diviene anch'esso elemento da valutare per definire la qualità progettuale. In particolar modo prendendo in esame il ruolo della rappresentazione nella analisi e nella documentazione degli *asset* edilizi esistenti, la dimensione digitale si pone come elemento di confronto con la realtà, intesa come sintesi di spazi, materiali e tecnologie, risultante da complessi processi di modificazione e stratificazione di un ambiente urbano. In questo senso Maurizio Unali definisce ed individua tre spazi teorico-operativi del disegno architettonico in relazione ai modelli rappresentativi indotti dalle tecnologie informatiche: uno spazio rappresentativo-strumentale, uno spazio conformativo-creativo, uno spazio mediatico-informativo¹¹. A differenza del modello fisico, quello digitale è sostanzialmente un modello matematico, costruito attraverso un sistema ordinato di

7 Per meglio comprendere il concetto di degrado digitale delle informazioni si faccia riferimento ai principi di Data Permanence, secondo i quali la vita di un dato digitale si basa sia sulla tipologia di dato che sul supporto sul quale è archiviato. Ad esempio un tradizionale elaborato in proiezione ortogonale subisce un primo degrado nel passaggio da dato vettoriale a dato raster (tipologia di dato) ed un secondo nel passaggio da supporto digitale a supporto cartaceo - Cfr. ADELSTEIN P.Z., *Permanence of Digital Information*, Proceedings of XXXIV International Conference of the Round Table on Archives, Budapest, 1999

8 In questo ambito è utile prendere in considerazione i settori industriali automotive e aerospaziale in merito all'implementazione di metodi multidisciplinari di ottimizzazione del processo (MDO – Multidisciplinary Design Optimization) con affermati benefici in termini di riduzione dei costi ed incremento della qualità grazie all'incremento del numero e della qualità delle interazioni tra gli attori della filiera - MARTINS J.R.R.A., LAMBE A.B., *Multidisciplinary design optimization: A Survey of architectures*, AIAA Journal, 51(9), 2013.

9 "[...] la spinta naturale del mercato oltre la frontiera [...] permette la nascita di nuove figure professionali, nuovi mercati o segmenti di essi e quindi di opportunità e profitto per gli attori sulla scena" - OLDANI C., *I derivati finanziari. Dalla Bibbia alla Enron*, Franco Angeli, 2010

10 Cfr. LO TURCO M., OSELLO A., CONVERSO S. *Nuove figure professionali - New professional figures*, in GARZINO G., *Disegno (e) in _formazione: disegno politecnico*, Maggioli, 2011

11 UNALI M., *Qual è il modello di rappresentazione nella rivoluzione informatica?* in «Disegnare idee immagini», n.38 a.2009, pp.30-39.

dati e codici, tradotto in differenti immagini di sintesi, generate dall'interfaccia tra operatore e modello: pertanto opportune finalizzazioni dalla *GUI - Graphical User Interface*¹² possono tradursi in azioni pratiche volte alla comprensione dei differenti livelli di informazione del modello del costruito, così come del progetto da operare su di esso, mediante un differente discretizzazione in relazione alle differenti competenze professionali¹³.

È in ogni caso evidente come la costruzione di modelli sia generalmente un punto critico per la modellistica nelle sue svariate applicazioni poiché questi si configurano come semplificazioni ed astrazioni del reale. Il modello digitale del costruito è una rappresentazione fisica, una simulazione, effettuata tramite software, atta a studiare il comportamento in determinate situazioni. Secondo il pensiero di Jeff Rothenberg¹⁴ la modellazione è uno dei processi fondamentali della mente umana, senza però che in questo se ne voglia avere una rappresentazione esaustiva del reale. Parallelamente tale processo arricchisce invece la nostra esperienza, fino a "fornirci più esperienza di quella che noi avremmo potuto raccogliere, senza la mediazione dell'immaginale, in un rapporto, diciamo, empirico con la realtà"¹⁵. Il modello infatti, in quanto prodotto critico di un atto creativo-interpretativo, rappresenta un contributo di conoscenza sull'edificio.

*"Lo studio del modello come rappresentazione geometrica non solo della forma, ma quale contenitore di tutte le proprietà fisiche, dimensionali e peculiari della genesi di quella costruzione (pieno/vuoto), è la logica conseguenza della costruzione di un modello conforme, discretizzato che nelle analisi per operare si sostituisce al vero, nel caso dell'esistente, o materializza una idea progettuale"*¹⁶. La rappresentazione digitale del progetto sul costruito si rivolge quindi in maniera sempre più costante e progressiva verso una evoluzione contrassegnata dal passaggio dalla staticità del disegno alla dinamicità del modello. Nella presente trattazione si è quindi preferito rivolgere l'attenzione nei confronti di questi ultimi strumenti rappresentativi, in linea con i principali ambiti di ricerca del settore così come della pratica professionale.

Pertanto, prima di procedere nell'approfondimento e nell'analisi di come tale progresso tecnologico si traduca nella pratica edilizia ed architettonica, occorre tenere in considerazione tre aspetti fondamentali caratterizzanti ogni modello, in linea con i tre attributi essenziali *reference, purpose e cost-effectiveness* delineati da Arto Kiviniemi¹⁷:

- ad ogni ambito di progetto è necessario attribuire modelli differenti o una differente capacità di interrogare un modello, al fine di evitare la sovrabbondanza di dati non necessari in un preciso momento [efficienza];
- per poter costruire un modello appropriato è necessario definire il fine (i fini) a priori al fine di raggiungere i risultati voluti [efficacia];
- il modello integrato deve comprendere (almeno) le parti necessarie per il livello di integrazione desiderato al fine di produrre un risultato vantaggioso [economicità].

Dal punto di vista della pratica professionale è possibile raggruppare la maggior parte degli strumenti digitali più avanzati, disponibili sul mercato e dedicati alla progettazione e alla gestione delle caratteristiche e delle funzionalità di un edificio, sotto il nome di Building Information Modeling (BIM). Sebbene non esista una definizione esaustiva e definitiva del termine BIM, i differenti strumenti software stanno evolvendo rapidamente e senza battute di arresto e le pratiche di utilizzo variano di conseguenza, contemplando anche alternative che esulano

12 L'interfaccia grafica utente, nota anche come GUI (dall'inglese Graphical User Interface), comunemente abbreviata in interfaccia grafica, è un tipo di interfaccia utente che consente all'utente di interagire con la macchina controllando oggetti grafici convenzionali.

13 Cfr. GAIANI M., *Metodi di fruizione di modelli 3D digitali dalla scala dell'oggetto a quella della città con dispositivi a differente livello di iconicità e facilità di interazione*, op.cit.

14 ROTHENBERG, J., *Ensuring the Longevity of Digital Documents*, Scientific American, 1995, Vol. 272 no. 1, p. 42-47

15 MALDONADO T., *Reale e virtuale*, Feltrinelli, Milano 2007 (1992), pag 57

16 MANDELLI E., *Modello/idea... modello/riferimento... modello/rappresentazione...*, in CHIAVONI E., FILIPPA M. (a cura di), *Metodologie integrate per il rilievo, il disegno, la modellazione dell'architettura e della città*, Ricerca PRIN coordinatore Mario Docci, Gangemi Editore, 2007

17 ALHAVA O., KIVINIEMI A., LAINE E., *Intensive big room process for co-creating value in legacy construction projects*, ITcon 20.2015, pp. 146-158.

dagli approcci più convenzionali.¹⁸ L'adozione di tali strumenti informativo-rappresentativi, infatti, non permette solamente di condurre in modo trasparente le fasi progettuali al fine di realizzare elaborati tradizionali corretti dal punto di vista rappresentativo, ma si estende all'intero processo edilizio, mettendo in relazione elementi compositivi, tecnologici e strutturali con le fasi di costruzione e cantiere (BIM 4D), stima dei costi (BIM 5D), certificazione (BIM 6D) e gestione del ciclo di vita (BIM 7D + CAFM). Diviene così possibile effettuare ragionamenti sulla sostenibilità dell'opera ben più consapevoli ed approfonditi¹⁹.

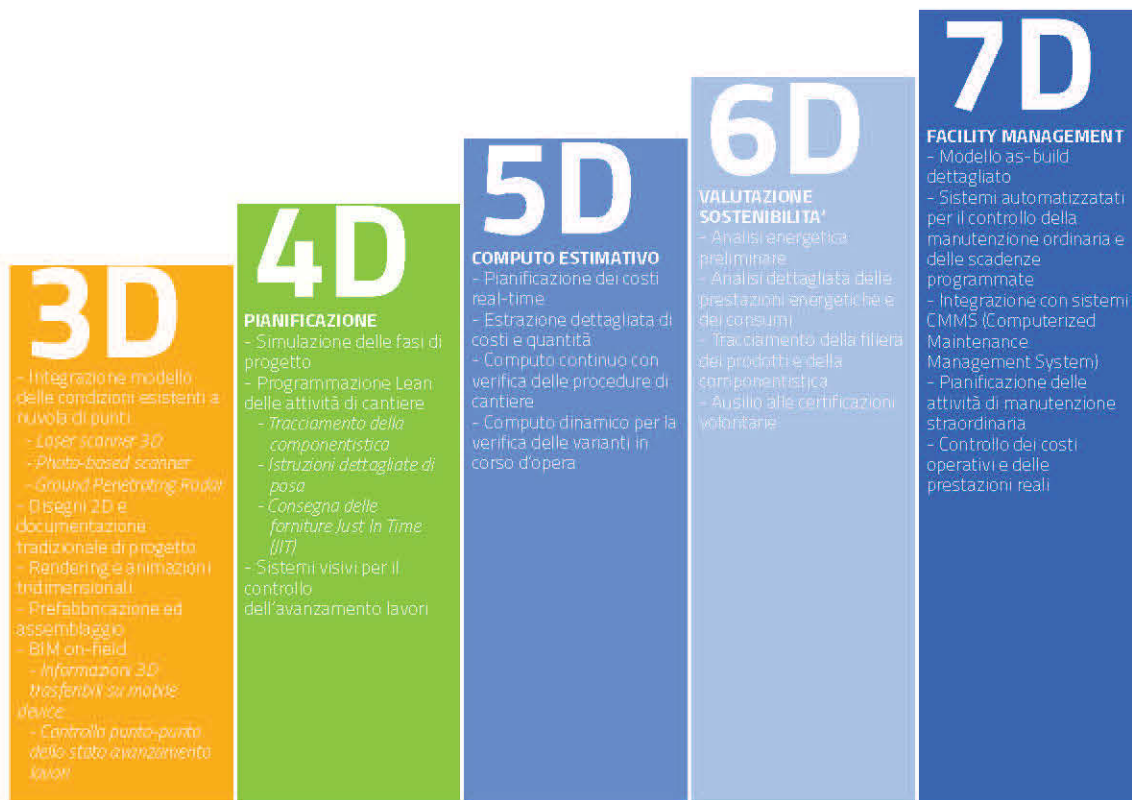


Fig. 3.1 – Rappresentazione grafica delle “dimensioni” del processo edilizio che è possibile gestire attraverso l'implementazione di strumenti e metodi di tipologia BIM - rielaborazione grafica originale

I paragrafi che seguono prederanno in esame tali strumenti digitali, intesi nel senso più inclusivo del termine, fino a definirne l'evoluzione, le possibilità e i limiti di utilizzo.

3.1.2 Modelli collaborativi digitali per la gestione del processo edilizio

L'implementazione dei set di strumenti digitali raggruppati sotto la sigla BIM all'interno del processo edilizio contribuisce e agevola la reale definizione di una filiera coerente fondata sullo scambio trasparente di informazioni. Baddely e Chang, docenti e ricercatori alla UCL Bartlett Scholl of Construction and Project Management, affermano come il Building Information Modeling si configuri necessariamente come strumento collaborativo poiché basato, per propria natura, sulla condivisione del progetto edilizio in relazione alle varie e specifiche competenze strutturate all'interno di team interdisciplinari²⁰. L'impiego di strumenti BIM avanzati permette infatti un maggiore coordinamento, evitando che le decisioni vengano prese autonomamente da una singola figura

¹⁸ Per indagare approfonditamente l'analisi delle più recenti ricerche, pratiche e strategie in questo ambito è possibile fare riferimento alle seguenti fonti di indagine a livello globale: Fitzpatrick Consulting Engineers (2013), UK Government Construction Client Group (2015), McGraw Hill Construction (2014), UK NBS National Bim Survey (2014) e Balfour Beatty (2014), RICS Royal Institute Chartered Surveyors (2015).

¹⁹ Cfr. LO TURCO M., *Il BIM e la rappresentazione infografica nel processo edilizio. Dieci anni di ricerche e applicazioni*, Aracne Editore, 2015

²⁰ BADDELEY M., CHANG. C.Y., *Collaborative Building Information Modeling (BIM): Insights from Behavioural Economics and Incentive Theory*, Report for Royal Institution of Chartered Surveyors, Febbraio 2015

senza un confronto multidisciplinare, a favore di una conoscenza olistica, inclusiva ed accurata.

Le origini del BIM si possono infatti riscontrare all'interno della progettazione architettonica come evoluzione di una raccolta organica di disegni inerenti un edificio ottenuti tramite strumenti di Computer Aided Design (CAD), inizialmente strutturato quindi in due dimensioni e poi, successivamente, migliorata attraverso l'implementazione del CAD 3D. In confronto ai metodi tradizionali di disegno, le innovazioni tecnologiche hanno dal principio offerto significativi vantaggi in termini di progettazione digitalizzata e visualizzazioni, per poi raggiungere quel livello superiore, caratterizzato dalla collaborazione, in seguito all'implementazione nei modelli BIM di protocolli capaci di estendere le funzionalità di condivisione. Recentemente il Building Information Modeling ha visto una ulteriore importante evoluzione tramite l'integrazione di strumenti dedicati alle dimensioni di programmazione cantieristica e di gestione del patrimonio immobiliare: nonostante sia ormai uno standard affermato a livello di settore costruzioni globale, generalmente l'applicazione alla pratica professionale è ancora concentrata sui livelli più basilari di utilizzo. Per comprendere in modo esaustivo, in merito agli aspetti di collaborazione digitale nel processo edilizio, come gli strumenti BIM possano essere, ad oggi, impiegati in ambito professionale è utile rivolgere la propria attenzione alle classificazioni anglosassoni, con particolare riferimento alle ricerche britanniche²¹.

Livello BIM	Caratteristiche	Stato attuale
Livello 0	Tecnologia: disegno bidimensionale CAD, documenti di testo e fogli di calcolo Outputs: carta o generalmente assimilabili a paper-based Sistemi collaborativi: n/a Sistemi di gestione: n/a	L'industria delle costruzioni è attualmente a un livello successivo a questo. Fanno eccezione le filiere di alcuni paesi ancora arretrati.
Livello 2	Tecnologia: 2D + 3D CAD, introduzione del BIM Outputs: condivisione digitale in ambiente condiviso (CDE -Common Data Environment) Sistemi collaborativi: nessuna collaborazione interdisciplinare Sistemi di gestione: singolo attore della filiera	E' lo stato attuale di implementazione del BIM nella maggior parte dei Paesi.
Livello 3	Tecnologia: BIM (modello 3D CAD, pianificazione 4D e computo estimativo 5D) Outputs: condivisione digitale Sistemi collaborativi: collaborazione interdisciplinare limitata a porzioni della filiera Sistemi di gestione: modello condiviso tra gli attori che implementano sistemi BIM	E' il principale obiettivo di implementazione BIM in Europa. In Nord America tale livello è già affermato.
Livello 4	Tecnologia: BIM (modello 3D CAD, pianificazione 4D, computo estimativo 5D e valutazione sostenibilità 6D) Outputs: condivisione digitale su repository centrale Sistemi collaborativi: collaborazione digitale sull'intera filiera Sistemi di gestione: modello condiviso tra tutti gli attori	A questo livello esistono esperienze virtuose condotte a livello professionale ma, allo stato attuale, non è possibile individuare una strategia univoca di implementazione.
Oltre il BIM	Tecnologia: BIM + facility management (7D)	Questo ambito rappresenta ancora un campo sperimentale di indagine e le esperienze attuali sono limitate al settore della ricerca.

Fig. 3.2 – Schematizzazione del rapporto tra la capacità del Building Information Modeling di gestire differenti dimensioni del processo edilizio e livello di collaborazione richiesta tra gli attori della filiera – rielaborazione su dati RICS Royal Institute Chartered Surveyors

Neil Thompson e Kevin Lloyd²², Principal BIM integrators presso Balfour Beatty, concettualizzano il livello 1 come una collaborazione lavorativa *file-based*, configurabile essenzialmente come pratiche tradizionali tradotte a livello informatico. Il livello 2 include invece un ordinamento più sistematico e standardizzato delle informazioni, ma le informazioni contrattuali sono ancora *paper-based*. Al livello 3, dal punto di vista teorico, i sistemi informativi possono essere integrati ed integrabili in tutte le loro parti ma, allo stato normativo attuale e in base

21 Si faccia in particolar modo riferimento ai seguenti report: Balfour Beatty Annual Report and Accounts (2014) e NBS International BIM Report (2016)

22 <http://www.thenbs.com/topics/BIM/articles/bim-levels-explained.asp> (online 10.02.2016): discussione con i Principal BIM Integrators di Balfour Beatty – Neil Thompson and Kevin Lloyd.

ai vincoli contrattuali, non è possibile definire il raggiungimento reale di tale livello: come vedremo più avanti in modo approfondito, tale riflessione può essere considerata valida anche per il panorama legislativo italiano. Ad oggi le pratiche professionali diffuse e riscontrabili nel settore sono, nel migliore dei casi, il pieno conseguimento del *collaborative 3D BIM*. Nonostante la presenza di alcune rimarchevoli ma limitate *best-practices* così come una rapida maturazione delle tecnologie ed una paragonabile diffusione dei prodotti, non si attestano utilizzi più avanzati di questi sistemi a vasta scala.

L'attuale livello di impiego è descritto nell'ultimo BIM British Standard²³ e nel BIM Handbook²⁴, ma data la rapidissima evoluzione degli strumenti, attualmente esiste sull'argomento una vasta letteratura scientifica. Non essendoci però, come accennato precedentemente, una condivisa ed universalmente accettata definizione di BIM, è necessario analizzare i principali e più avanzati sforzi di normare l'argomento, con l'intento di metterli a confronto ed arricchire l'aperto dibattito scientifico e professionale. È di primaria importanza ribadire come, allo stato attuale, il terzo livello di utilizzo del BIM e i successivi, sebbene dal punto di vista della fattibilità risultino in parte già consolidati, rappresentino invece ancora un campo sperimentale per quanto riguarda il trasferimento tecnologico degli strumenti sul mercato: la ricerca in questo ultimo ambito, messa in relazione con i risultati ottenuti nel consolidamento dei livelli precedenti, potrà positivamente influenzare la pratica metodologica di utilizzo quotidiano. Ovviamente i vari aspetti normativi e di diritto andranno poi parallelamente risolti per permettere la corretta attuazione delle pratiche in via di sperimentazione.

	LIVELLO 1	LIVELLO 2	LIVELLO 3	LIVELLI SUPERIORI
RICERCA SPERIMENTALE	▲	▲	▲	■
TRASFERIMENTO TECNOLOGICO	▲	▲	■	▼

▲ obiettivo raggiunto ■ fase sperimentale ▼ obiettivo non raggiunto

Fig. 3.3 – La ricerca sui modelli collaborativi per il processo edilizio: attuale incidenza dei livelli di collaborazione del BIM nella pratica professionale e nel trasferimento tecnologico verso l'ambito professionale - rielaborazione originale

In conclusione il BIM è, per sua natura, collaborativo poiché coinvolge lo scambio di informazioni: l'affermazione del BIM sul mercato pertanto dovrebbe portare i vari attori della filiera delle costruzioni a comprendere come cooperare l'uno con l'altro coadiuvando una più certa attribuzione delle competenze nei vari ambiti e una copertura di tutte le fasi di vita di un edificio, comprese quelle che richiedono competenze di tipo economico-gestionali od informative rivolte all'utente finale.

23 BS 1192:2007+A1:2015 *Collaborative production of architectural, engineering and construction information. Code of practice*, British Standards Institution

24 EASTMAN C., TEICHOLZ P., SACKS R., LISTON K., *BIM Handbook - A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors*, John Wiley & Sons, Inc, Hoboken 2008

3.2 Definizione di strumenti e metodologie per la digitalizzazione del processo edilizio

Nella disamina della precedente sezione del capitolo abbiamo compreso come per la digitalizzazione del processo edilizio, in particolar modo quando l'azione di trasformazione dello spazio opera sull'edilizia esistente, sia necessario avvalersi dei vantaggi forniti da una operatività avanzata sui dati contraddistinta dalla conservazione e dalla condivisione del dato durante tutte le fasi procedurali. Ne consegue pertanto la volontà di andare oltre l'impiego degli strumenti digitali tradizionali di rappresentazione dell'architettura come il CAD e dei relativi fogli di calcolo o documenti testuali ad essi collegati, sempre sottoposti al rischio di una degenerazione a livello *paper-based* o analoga a causa della mancanza di uno strutturato sistema di condivisione.

Il concetto che risiede alla base degli strumenti di Building Information Modeling non è così recente come si potrebbe pensare e potremmo ricondurne la nascita ai primi anni '70 del secolo scorso²⁵, sebbene il termine *Building Model*, utilizzato nell'accezione che noi oggi intendiamo, si attesti solamente nel 1986 nel paper a firma di Robert Aish²⁶. Dal punto vista pratico la natura fondante di tali sistemi dinamici di rappresentazione dell'architettura fu invece delineata da van Nederveen and Tolman nel 1992²⁷. La sua traduzione a livello pratico si riscontra però solo un decennio più tardi, grazie all'investimento attuato da Autodesk, dapprima attraverso la pubblicazione di un *white paper*²⁸ poi tradotto in soluzioni operative dall'anno successivo. Da allora il coinvolgimento in questo ambito di ricerca anche di altri produttori software, come Graphisoft, Bentley Systems o Nemetschek, ha contribuito al rapido sviluppo di questi sistemi. Parallelamente la disponibilità di più avanzati sistemi di gestione del progetto rispetto ai CAD bidimensionali e tridimensionali, ha permesso lo sviluppo di nuove metodologie operative che si sono attestate, grazie all'opera divulgativa di Jerry Laiserin, sotto l'acronimo di BIM nella sua accezione comune di termine per intendere la rappresentazione digitale del processo edilizio²⁹.

In seguito ai successivi impegni profusi nello sviluppo software, di gran lunga superiori a quelli dei concorrenti, fu probabilmente Graphisoft attraverso il suo prodotto ArchiCAD, lanciato nel 1987, a raggiungere il primo vero prodotto BIM maturo per il mercato grazie all'implementazione di soluzioni BIM: attraverso il software di origine ungherese si riuscì per la prima volta a creare contemporaneamente geometrie 2D e 3D su un personal computer³⁰. Da allora l'evoluzione dei prodotti commerciali dedicati, trainata anche da uno sviluppo delle tecnologie di calcolo e dei prodotti hardware disponibili per il mercato *consumer*, ha visto la sua realizzazione a velocità incrementali. Allo stesso modo l'affermazione sul mercato globale dei prodotti può dirsi riuscita come attestano le ricerche condotte da McGraw Hill Construction³¹. L'utilizzo del BIM è stato negli anni promosso sia da committenti privati che pubblici con l'intento di avvalersi dei vantaggi di una consegna del progetto più veloce e con tempi più certi, come di una maggiore affidabilità sulla qualità e sui costi. La richiesta di utilizzo del BIM da parte dei governi di Stati Uniti, Regno Unito e altri paesi dimostra come committenti illuminati possano, grazie alla definizione di obiettivi specifici, fare leva sull'adozione di tecnologie da parte delle imprese di costruzione per il raggiungimento e il superamento dei risultati richiesti e guidare così il mercato verso un ecosistema di processo basato sulla condivisione e la trasparenza. Come risultato, la penetrazione delle tecnologie BIM sul mercato

25 Cfr. EASTMAN C. FISHER D., LAFUE G., LIVIDINI J., STOKER D., YESSIOS C., *An Outline of the Building Description System*, Institute of Physical Planning, Carnegie-Mellon University, Settembre 1974.

26 AISH R., *Building Modeling: The Key to Integrated Construction CAD*, CIB 5th International Symposium on the Use of Computers for Environmental Engineering related to Building, 7–9 Luglio 1986.

27 VAN NEDERVEEN, G.A.; TOLMAN, F.P. (1992). *Modeling multiple views on buildings*, pp. 215–224 *Automation in Construction* 1(3), 1992.

28 Autodesk, *Building Information Modeling*, San Rafael (California) 2002, Autodesk, Inc. - http://www.laiserin.com/features/bim/autodesk_bim.pdf (online 10.02.2016).

29 "it is my opinion that the historical record [...] shows that Building Information Modeling was not an innovation attributable solely to any individual or entity." LAISERIN J. in risposta a EASTMAN C., TEICHOLZ P., SACKS R., LISTON K., *BIM Handbook - A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors*, op.cit.

30 Cfr. CINTI LUCIANI S., GARAGNANI S., MINGUCCI R., *BIM tools and design intent. Limitations and opportunities*, in K. KENSEK, J. PENG, *Practical BIM - Management, Implementation, Coordination and Evaluation*, Los Angeles, 2012.

31 BERNSTEIN H.M., JONES S.A. et al., *The Business Value of BIM for Construction in Major Global Markets: How Contractors Around the World Are Driving Innovation With Building Information Modeling*, McGraw Hill Construction, 2014.

nord-americano è passata dal 28% del 2007 al 71% del 2012 e risultati paragonabili si attestano nel Regno Unito e in altri paesi. Al tempo stesso è necessario sottolineare come negli ultimi anni la percentuale di adozione di strumenti BIM in Nord America da parte dei costruttori (74%) abbia superato quella degli architetti (70%), a dimostrazione del valore dell'innovazione e della necessità di prendere tale categoria come principale parametro di misurazione dell'efficacia degli strumenti.

Costruttori che dichiarano un buon livello di ritorno dell'Investimento in ambito BIM

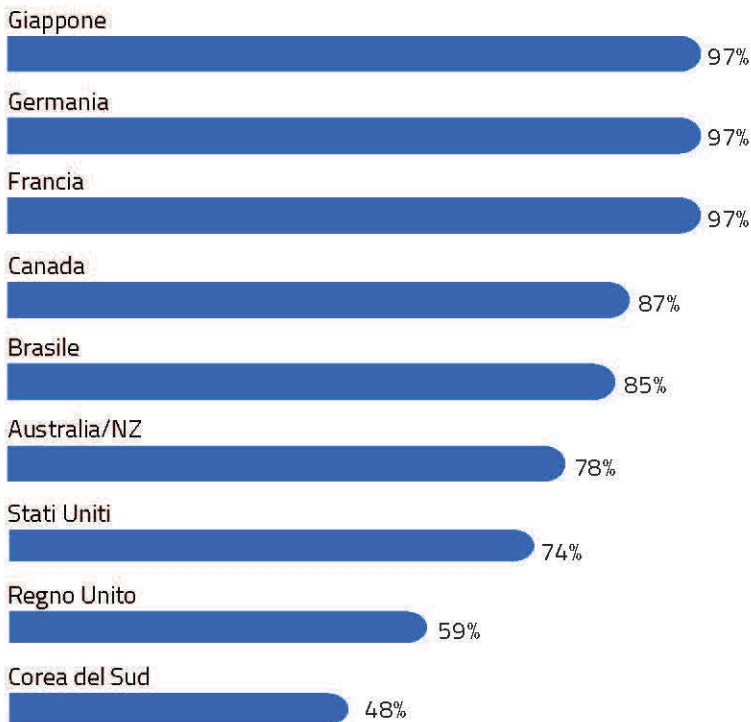


Fig. 3.4 – Costruttori che dichiarano un buon livello di Ritorno dell'Investimento (ROI) in ambito BIM – percentuale per paese – rielaborazione grafica su dati McGraw Hill Construction

Sempre facendo riferimento ai dati diffusi da McGraw Hill Construction³², tre quarti dei costruttori riportano un Ritorno dell'Investimento (ROI) positivo in seguito all'adozione del BIM. Sebbene sia difficile stabilire un parametro oggettivo per la misurazione del ROI per il solo contributo attribuibile al BIM, la maggior parte delle imprese che hanno adottato tali sistemi stimano un valore che si posiziona tra il 10% e il 25%. Sebbene la situazione sia variabile in base alle singole regioni prese in considerazione (Giappone, Germania e Francia riportano la maggiore percentuale di investimenti positivi nel BIM), in linea generale è possibile definire le principali categorie, soprattutto di derivazione finanziaria, attraverso cui il ROI è misurato: riduzione dei costi, incremento di produttività e profittabilità, diminuzione dei cambiamenti non preventivati, maggiore soddisfazione del cliente e, infine, minore entropia nel processo. In seguito all'implementazione della natura collaborativa del BIM, il 60% dei costruttori, a livello globale, ha riscontrato benefici positivi e ritiene che ulteriori sviluppi in questo ambito possano portare ad un ulteriore incremento del Ritorno di Investimento. Come affermato precedentemente, anche la sviluppo di modelli per i committenti dedicati alla gestione degli immobili potranno portare un ulteriore incremento del ROI insieme ad utili da nuovi servizi.

³² *Ibidem*

Costruttori che dichiarano i benefit del BIM fra le prime tre imprese

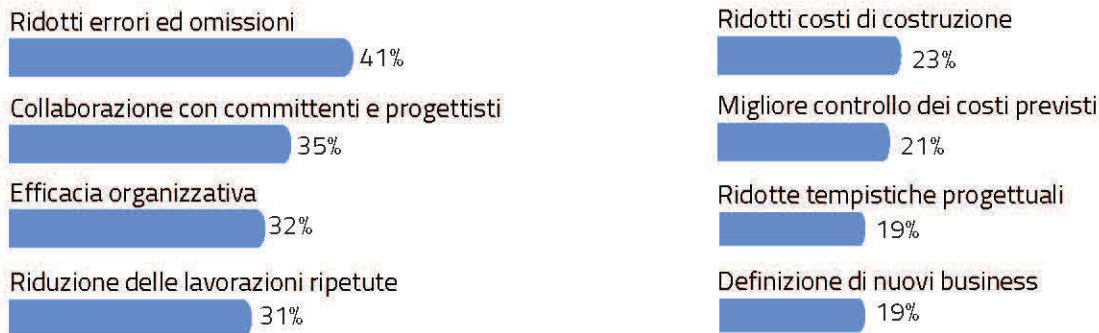


Fig. 3.5 – I primi tre benefit derivanti dall'adozione del BIM secondo i costruttori – rielaborazione grafica su dati McGraw Hill Construction

Ne consegue che maggiore sarà la penetrazione sul mercato del BIM e l'adozione di tali metodologie di lavoro da parte dei costruttori e dei progettisti, maggiore sarà la loro abilità di ricevere un incremento di benefici ed aumentare parallelamente il loro ritorno di investimento. A riprova di questa affermazione, incrociando i dati precedentemente riportati con quelli raccolti dal Royal Institution of Chartered Surveyors³³, è possibile definire un indice che misuri, per i mercati anglosassoni, l'impatto sul ROI in base al livello di adozione del BIM. È possibile quindi notare come parallelamente ad un utilizzo sempre più avanzato del BIM cresca di conseguenza il suo impatto positivo sul ritorno di investimento: pertanto è giustificato ed auspicabile lo sforzo che si riscontra sempre più spesso nel mondo professionale di dotarsi di software BIM come di programmi di formazione specifica o figure professionali dedicate.

L'impatto sul ritorno dell'investimento (ROI) dei costruttori in base al livello di adozione del BIM

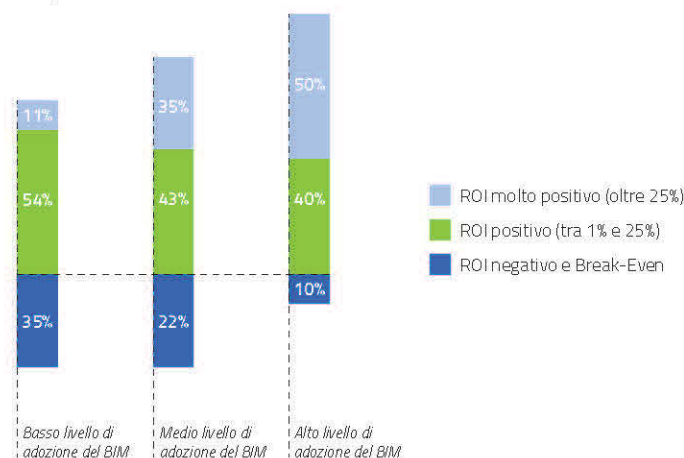


Fig. 3.6 – Impatto del livello di implementazione degli strumenti BIM sulla capacità di beneficiare del Ritorno dell'Investimento – rielaborazione su dati McGraw Hill Construction e Royal Institution of Chartered Surveyors

Il quadro della situazione rappresentato a livello globale e con alcuni specifici riferimenti al mercato globale non permette di riscontrare una situazione omologa nell'industria delle costruzioni italiana, ferma ad un livello di penetrazione sul mercato degli strumenti e delle metodologie BIM ancora allo stato embrionale, sebbene non manchino i tentativi di diffusione e promozione di tali sistemi. Già nel 2006, ad opera di ACAI, Associazione Costruttori di Acciaio Italiani, poi confluita in UNICMI, Unione Nazionale delle Industrie delle Costruzioni Metalliche, dell'Involucro e dei serramenti, sono riscontrabili i primi tentativi di promuovere il BIM in Italia, ad opera di portatori di interessi di un settore estremamente standardizzato come quello della carpenteria metallica, che dal BIM può trarre i maggiori benefici in un arco temporale estremamente breve. La collaborazione tecnica con

33 WU S., GINIGE K. et al., *How Can Building Information Modeling (BIM) Support The New Rules Of Measurement (NRM 1)*, Royal Institution of Chartered Surveyors, 2014

Harpaceas³⁴, società leader nel settore per la consulenza BIM in Italia, permise di strutturare un ciclo di seminari grazie a contributi tecnici di qualità. Non mancano poi, nello stesso periodo, scelte di campo di Facoltà e Dipartimenti illuminati, come il nostro, di dedicare attività didattiche e di ricerca all'argomento³⁵. A Marzo 2013 venne poi organizzato, presso il FAST (Federazione delle Associazioni Scientifiche e Tecniche) a Milano, il primo BIM Forum, convegno organizzato da Harpaceas e poi evoluto nel BIM Summit dell'anno successivo, ormai appuntamento annuale per il confronto tematico nel panorama italiano. Ad oggi diversi atenei italiani propongono inoltre Master di I e II livello per la formazione di figure specializzate in ambito BIM, come i BIM Manager, e altri seguiranno la stessa strada a breve.

Pertanto le possibilità di formazione e le competenze sul territorio nazionale non mancano ma così come la proprietà immobiliare italiana si configura come estremamente frazionata, così anche il mondo professionale è atomizzato e forse, allo stato attuale, stenta a trovare le necessarie risorse da investire in formazione e trasferimento tecnologico. Non mancano inoltre realtà virtuose nazionali, attive sul nostro territorio e all'estero, come Cooperativa Politecnica, società di ingegneria e architettura, o lo studio di architettura SCAPE, che già oggi lavorano interamente attraverso processi ascrivibili alle metodologie BIM e i risultati positivi sono riscontrabili. L'adeguamento agli standard internazionali, per indicazioni normative o per regole di mercato, diverrà però non più eludibile da qui ai prossimi anni per tutti, dalle grandi realtà a quelle di medie-piccole dimensioni. È necessario quindi indagare fin da subito la reale applicabilità del trasferimento tecnologico della varietà di strumenti disponibili sul mercato locale e nazionale, nella totalità delle sue fasi operativi e in relazione a differenti settori, tipologie edilizie e sistemi di proprietà.

3.2.1 Restituzione tridimensionale del dato prodotto nel rilievo integrato

La storia e l'evoluzione dei sistemi di Building Information Modeling mettono chiaramente in evidenza una importante riduzione di tempi ed errori, parallelamente ad un contenimento dei costi e ad un miglioramento prestazionale all'interno di filiere costruttive ben più avanzate della nostra, sia dal punto di vista quantitativo che qualitativo. L'ambito di intervento è stato ed è tuttora, nella maggior parte di questi casi, il panorama della nuova costruzione su terreno non ancora edificato. La sfida di tradurre gli stessi benefici all'intervento sul costruito è lontana dall'essere vinta ma la strada da percorrere è chiaramente tracciata e poiché maggiore diventa la complessità del processo, maggiore diviene la necessità di impiego di strumenti che possano agevolare nella gestione dell'intera filiera.

Rivolgendo quindi l'attenzione al rilievo integrato dell'esistente o, per definire in modo ancora più esaustivo l'atto da compiere, all'indagine metrica e conoscitiva da operare sui manufatti edilizi caratterizzanti le nostre scene urbane³⁶, in particolar modo se condotte attraverso le più evolute tecnologie digitali (laser scanner, fotogrammetria digitale, topografia, termografia, spettrofotometria, ecc.) il rapporto tra l'atto conoscitivo e il modello

34. In data 30 Giugno 2015 è stato presentato un Accordo di Intesa tra TekneHub e Harpaceas s.r.l. per lo sviluppo congiunto di attività di ricerca e sviluppo congiunto su alcune attività riferibili anche alla presente Tesi di Dottorato:

- Applicazione della metodologia BIM per la gestione del dato acquisito tramite laser-scanner 3D;
- Gestione dei dati e loro interoperabilità all'interno del processo edilizio integrato, dal "cantiere trasparente" alla gestione del patrimonio immobiliare;
- Condivisione di casi studio applicativi nell'ambito del progetto Smart Swap Building (nato come progetto strategico di Aster, Reta Alta Tecnologia Emilia-Romagna), attività di ricerca e tesi di dottorato;
- Eventi di formazione professionale in ambito di metodologia BIM applicata al patrimonio esistente e al patrimonio storico.

35. BALZANI M., MARZOT N., TONELLI G., *Housing: case a schiera*, Maggioli Editore, 2004 – BALZANI M., TONELLI G., *Housing 2: edifici plurifamiliari*, Maggioli Editore, 2005 – BALZANI M., *Housing 3: case unifamiliari*, Maggioli Editore, 2006 – BALZANI M., *Housing 4: case a schiera*, Maggioli Editore, 2007 – BALZANI M., *Progetti per l'abitare*, Maggioli Editore, 2010

36. "C'è bisogno sempre più di valutazioni preliminari, di analisi approfondite, di rilievi dettagliati, di indagini ad ampio spettro in una parola, che come sempre il mondo anglofono sa coniare in modo comprensibile, di SURVEY. Tutte le indagini sulla città devono costantemente essere compiute, mantenute, implementate, in modo tale da supportare le scelte da compiersi sull'organismo urbano, così complesso così difficile da comprendere, e sottoposto sempre più a repentini cambiamenti, a rapide evoluzioni di quei valori immateriali oggi così importanti per il successo di un intervento." – GIANDEBIAGGI P., *Città sotto monitor*, in *Paesaggio Urbano* 2.2015, pagg.6-7

derivante dall'implementazione di sistemi informativi avanzati diviene sempre più articolato in relazione ad un fenomeno di parziale inversione del tradizionale processo di rilievo³⁷: parte dell'approccio critico di discretizzazione della realtà si trasferisce nel post-processing della restituzione mentre rimane in carico alla fase di acquisizione del dato l'ottimizzazione dei processi al fine di coniugare una struttura metodologicamente corretta con la corretta quantità di misurazioni. La pratica del rilievo digitale, anche se condotto correttamente dal punto di vista procedurale per il raggiungimento della precisione del dato, è sempre soggetta al rischio di eccessiva sovrabbondanza di dati: la capacità delle moderne strumentazioni di rilievo di produrre una grande quantità di dati deve misurarsi con corrette procedure operative al fine di non generare database dal peso informatico impossibile da gestire. Tali potenzialità devono essere attentamente valutate nella fase di progettazione ed esecuzione di un rilievo con l'obiettivo di garantire sempre l'interpretabilità, la condivisione e riutilizzo del dato³⁸.

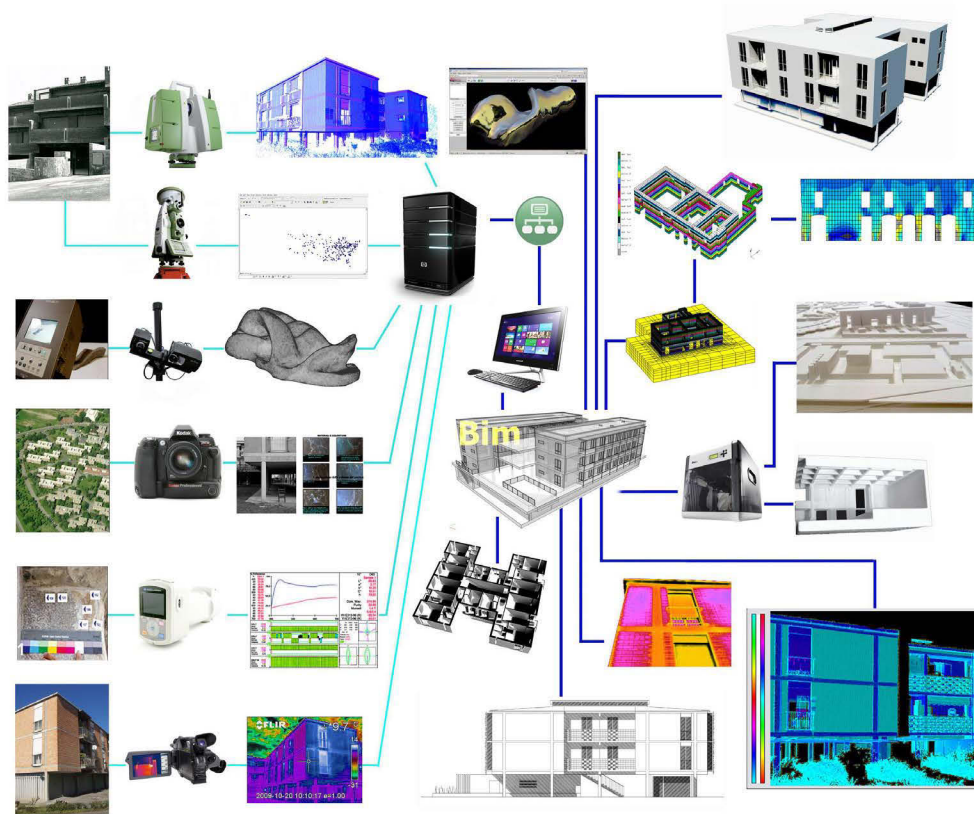


Fig. 3.7 – Schematizzazione della procedura integrata di rilievo tridimensionale e restituzione digitale - elaborazione centro DIAPReM, Dipartimento di Architettura, Università degli Studi di Ferrara

È infatti ormai una pratica comune nell'esecuzione di rilievi architettonici, l'impiego di strumentazioni laser scanner: questa tecnica produce una nuvola di punti che consiste in milioni, o addirittura miliardi nei casi più complessi, di punti rappresentanti coordinate spaziali x, y, z, appartenenti a superfici di oggetti fisici esistenti e caratterizzanti i limiti dello spazio costruito. Per la creazione di una nuvola di punti vengono generalmente impiegate più stazioni di acquisizione, singolarmente eseguite e in seguito registrate insieme, per ottenere un database di un intero edificio o di una intera area. Nonostante l'attenzione rivolta alla acquisizione della giusta quantità di dati, solitamente tali nuvole di punti risultano essere di peso informatico considerevole. Pertanto in passato la post-elaborazione avveniva solitamente in ambiente bidimensionale, producendo disegni CAD 2D: da questi, eventualmente, tramite tecniche tradizionali di modellazione, era poi possibile elaborare modelli tridimensionali, anche di tipo BIM, dell'esistente. Recentemente, grazie all'implementazione di specifiche funzioni

37 Cfr. BRUSAPORCI S., *Modellazione e rappresentazione digitale dei beni architettonici*, in BRUSAPORCI S. (a cura di), *Modelli complessi per il patrimonio architettonico-urbano*, Gangemi, Roma 2013, pp.18-24

38 Cfr. BIANCHINI C., IPPOLITO A., BARTOLOMEI C., *The Survey and Representation Process Applied to Architecture: Non-Contact Methods for the Documentation of Cultural Heritage*, in BRUSAPORCI S., *Emerging Digital Tools for Architectural Surveying, Modeling, and Representation*, IGI Global, 2015

nei principali software BIM, si è però potuto testare l'importazione diretta delle nuvole di punti nello spazio tridimensionale nel quale questi programmi operano direttamente³⁹. Essere in grado di sfruttare a pieno le potenzialità dell'impiego di queste nuvole di punti è la chiave per generare modelli che possano risultare utili per effettuare reali valutazioni sull'esistente.

L'importazione delle scansioni tridimensionali direttamente all'interno dei software BIM, siano queste incluse o utilizzate come riferimenti esterni, riduce il tempo impiegato nella fase restitutiva del rilievo, nella maggior parte dei casi superiore a quello impiegato per l'acquisizione dati⁴⁰. È necessario fare però una distinzione su quanto, allo stato attuale, è possibile effettuare e su cosa gli strumenti software oggi in commercio permettono. I principali software BIM dedicati alla progettazione, Autodesk Revit, Graphisoft Archicad e Nemetschek Allplan, hanno integrato negli ultimi 3 anni, mediante differenti sistemi e tecniche, la possibilità di importare e visualizzare database a nuvola di punti, anche di dimensioni considerevoli, direttamente nel file di progetto previa opportuna semplificazione ed esportazione nel formato richiesto dal software specifico. Tale possibilità fornisce pertanto un riferimento visuale altamente accurata della condizione esistente di un edificio o di un sito: in tal modo questo riferimento può essere usato come vincolo progettuale poiché, pur restando un insieme di coordinate e non una geometria generata parametricamente, la nuvola è considerata come oggetto e può essere mostrata nelle varie viste, da quella tridimensionale, alle piante e alle sezioni. Può essere poi, allo stesso modo, tagliato da piani di sezione permettendo di considerare porzioni dello stesso. Nella maggior parte dei casi è inoltre possibile utilizzare i punti della nuvola come *snaps*, garantendo una estrema precisione metrica⁴¹.



Fig. 3.8 – Esempio di traduzione del database a nuvola di punti nel linguaggio di Building Information Modeling - elaborazione centro DIAPReM

39 Cfr. HICHRI N., STEFANI C., DE LUCA L., HAMON G., *From Point Cloud to BIM: a survey of existing approaches*, in *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Volume XL-5/W2, XXIV International CIPA Symposium, 2 – 6 September 2013, Strasbourg, France

40 Cfr. DORE C., MURPHY M., *Historic Building Information Modeling (HBIM)*, in BRUSAPORCI S., *Emerging Digital Tools for Architectural Surveying, Modeling, and Representation*, op. cit.

41 Cfr. QUATTRINI R., MALINVERNI E.S., CLINI P., NESPECA R., ORLIETTI E., *From TLS to HBIM: high quality semantically-aware 3D modeling of complex architecture*, *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Volume XL-5/W4, 3D Virtual Reconstruction and Visualization of Complex Architectures, 25-27 Febbraio 2015, Avila, Spagna.

Utilizzare un database tridimensionale a nuvola di punti per analizzare e controllare la precisione del modello di progetto non significa però aver prodotto un modello BIM dell'esistente: non è infatti possibile eseguire tutte le operazioni di interrogazione di un modello informativo ma, soprattutto, il rilievo geometrico e morfologico di un edificio condotto con laser-scanner si configura unicamente come conoscenza delle superfici che definiscono uno spazio. L'operazione di definire qualitativamente i pieni diventa fondamentale nell'ottica progettuale ma presuppone una campagna di rilievo integrato sull'esistente che vada ad indagare oltre l'analisi superficiale⁴².

Negli ultimi anni, ad ogni modo, si è assistito anche allo sviluppo di strumenti software per il riconoscimento automatico delle forme sulla nuvola di punti: sebbene in linea teorica l'operazione possa fare sperare a risultati paragonabili a quelli già raggiunti in settori come quello del monitoraggio di impianti industriali, dove elementi standardizzati sono di facile riconoscibilità, gli algoritmi per il riconoscimento di elementi architettonici non sono ancora altrettanto maturi e richiedono ancora l'intervento critico di una figura professionale specializzata per discretizzare correttamente la realtà⁴³. Lo sforzo in termini di investimenti di tempo e risorse potrebbe però non risultare vani, soprattutto considerando il mercato della gestione immobiliare, come precedentemente delineato. Infatti la creazione di un modello tridimensionale parametrico dell'esistente, basato su dati morfologicamente e geometricamente corretti, si configura come il contenitore delle informazioni semantico-informative o diagnostico-visuali, quali fondamentali elementi di confronto con le altre figure professionali della filiera⁴⁴.

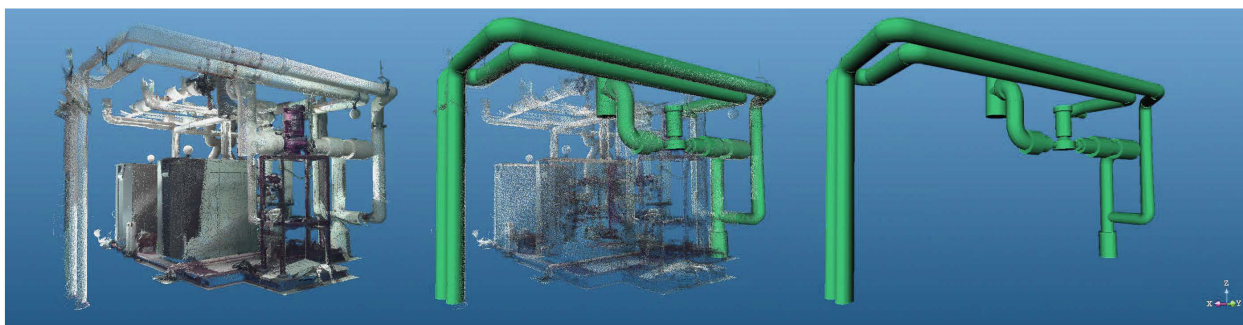


Fig. 3.9 – Utilizzo di algoritmi di riconoscimento di forme su nuvola di punti in ambito industriale - fonte Trimble

3.2.2 Modelli rappresentativi per il progetto sul costruito nel passaggio dal CAD al BIM

Sebbene si possa considerare il BIM come naturale evoluzione degli strumenti di Computer Aided Design (CAD), è necessario precisare che questi non sono basati sulla stessa tecnologia. Il BIM va infatti ben oltre uno strumento per generare disegni digitali, sia 2D che 3D⁴⁵. Il BIM è qualitativamente differente rispetto al CAD poiché non è solamente una descrizione ma bensì una definizione *object-based* dell'edificio. Le informazioni contenute nel BIM inoltre differiscono dalle informazioni contenute nel CAD: nella maggior parte degli applicativi CAD un elemento costruttivo, per esempio una parete (*wall*), è un insieme di linee che definiscono i limiti geometrici, in proiezione, della parete. Nel BIM, al contrario, la parete è un oggetto che contiene un vasto insieme strutturato di informazioni unitamente alla geometria o alla forma fisica. Piuttosto che tracciare linee che descrivano dimensionalmente un manufatto, mediante il BIM i progettisti sono portati ad organizzare oggetti intelligenti all'interno di un progetto. Grazie a questa metodologia emerge la possibilità di esplorare un ulteriore livello di analisi progettuale: il BIM non è più solamente una documentazione di progetto ma si può estendere anche oltre le informazioni contenute nei modelli *object-based* abilitando ed incentivando il *Data Management System* (DMS) nel momento in cui tutte le informazioni divengono collegate ad un modello centrale.

42 Per ulteriore approfondimento si rimanda al capitolo 7 di questa ricerca, nello specifico a 7.2 Test-bed: edificio residenziale stagionale | seconda casa multiproprietà | rilievo e restituzione per il progetto di riqualificazione

43 Cfr. CHAO W., YONG K.C., CHANGWAN K., *Automatic BIM component extraction from point clouds of existing buildings for sustainability applications*, in *Automation in Construction* n.56 · Agosto 2015

44 Cfr. BRUSAPORCI S., *Semantic representation of Accurate Surveys for the Cultural Heritage: Bim Applied to the existing domain*, in BRUSAPORCI S., *Emerging Digital Tools for Architectural Surveying, Modeling, and Representation*, op. cit.

45 Cfr. CHIAIA B., MANNANOVA K., OSELLO A., *Dal CAD al BIM e la comunicazione dei dati in fase di progettazione architettonica*, in BRUSAPORCI S., *Emerging Digital Tools for Architectural Surveying, Modeling, and Representation*, op. cit.

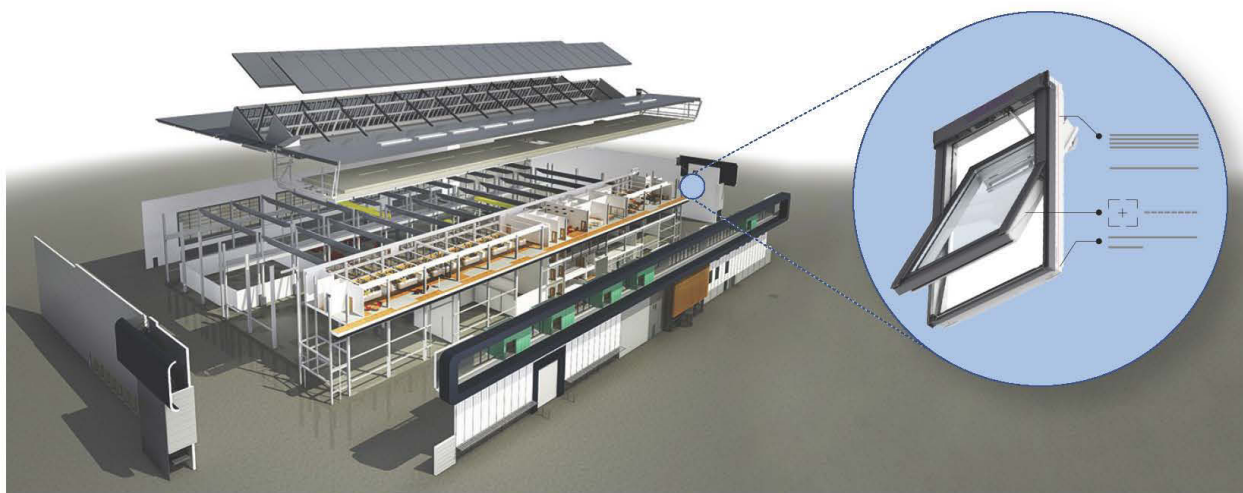


Fig. 3.10 – Discretizzazione di modello architettonico in singoli elementi edilizi grazie alla capacità degli strumenti BIM di associare caratteristiche dimensionali e caratteristiche qualitativo-informative - rielaborazione grafica personale su fonti Graphisoft e Archiproductions

Il BIM non è però una soluzione pronta o un pacchetto software: il BIM deve essere personalizzato su ogni soggetto o progetto. L'ambito collaborativo, l'approccio di creazione del modello, la struttura e il livello di dettaglio del modello così come gli strumenti a supporto di questi processi devono essere delineati in base alla complessità del progetto e agli obiettivi dei diversi attori coinvolti nel processo di riqualificazione. Utilizzando il BIM tutte le informazioni di processo e di prodotto sono combinate, archiviate, elaborate ed interattivamente distribuite a tutti i soggetti interessati. Come modello centralizzato per tutti gli *stakeholder* in tutte le fasi di progetto, il BIM si sviluppa e si evolve parallelamente ai progressi del progetto. È concepito per essere un modello vivente che può essere utilizzato durante la pianificazione, la progettazione, la costruzione e la gestione dell'edificio. Utilizzando il BIM le soluzioni architettoniche ed ingegneristiche proposte possono misurarsi con i requisiti e le aspettative prestazionali poste dai committenti⁴⁶.

Nella progettazione *BIM-oriented*, diversamente dalle pratiche tradizionali, il flusso di lavoro presenta alcune peculiarità connesse ai concetti di condivisione delle informazioni e collaborazione tra i professionisti. Per gestire tale *workflow* collaborativo è emersa negli ultimi anni la figura professionale del BIM Manager⁴⁷, dedicata alla gestione di queste dinamiche procedurali e garante dell'attribuzione delle competenze. È necessario, per comprendere meglio il quadro procedurale di tale strumento, fare riferimento al concetto di LOD. L'acronimo, già utilizzato con il significato di *Level Of Detail* in riferimento ai modelli tradizionali di rappresentazione dell'architettura⁴⁸, acquista un nuovo significato in ambito di metodologia BIM⁴⁹. Infatti al livello di dettaglio, riferibile alla rappresentazione grafica bidimensionale o tridimensionale, viene attribuito un collegato livello informativo LOI (*Level Of Information*). L'unione di questi concetti, applicata al *workflow* collaborativo progettuale del Building Information Modeling, dà origine al Livello di Sviluppo – *Level of Development (LOD)*, che si è cercato di normare a livello internazionale negli ultimi anni con non pochi sforzi e successi parziali⁵⁰. Nel 2008 l'American Institute

46 Cfr. SEBASTIAN R., *Changing roles of the clients, architects and contractors through BIM*, Engineering Construction & Architectural Management, Febbraio 2011

47 Cfr. LO TURCO M., OSELLO A., CONVERSO S. *Nuove figure professionali - New professional figures*, op. cit.

48 Cfr. ERIKSON C.M., *Hierarchical Levels of Detail to Accelerate the Rendering of Large Static and Dynamic Polygonal Environments*, University of North Carolina, 2000

49 CIRIBINI A., *Level of Detail e Level of Development: i processi di committenza e l'Information Modeling*, in *TECHNE - Journal of Technology for Architecture and Environment - Qualità della domanda. Efficacia dei processi*, n. 06-2013, SITdA

50 Nel Regno Unito l'acronimo LOD, nella stessa accezione condivisa a livello internazionale di *Level Of Development*, è utilizzato come abbreviazione di *Level Of Definition*: pur non apportando variazioni fondamentali nel concetto espresso, anche la scala di riferimento convenzionale differisce da quella americana.

of Architects (AIA) ha pubblicato il *"AIA E202-2008: Building Information Modeling Protocol Exhibit"*⁵¹ per definire essenzialmente i contenuti di ogni parte di un progetto BIM, continuando a fornire versioni aggiornate negli anni successivi. Nel 2012 è invece il Department of Design + Construction della città di New York a contribuire, attraverso un documento denominato *"BIM Guidelines"*⁵², alla definizione di indicazioni pratiche per ottimizzare l'interoperabilità del Project Management con particolare riferimento al rapporto tra progettisti ed amministratori del patrimonio. Definire il *Level Of Development* di un progetto in maniera condivisa significa comprendere anche come le diverse competenze specifiche della filiera contribuiscano alla creazione di un progetto e garantiscano virtualmente la certezza della corretta attribuzione di quello che viene definito *BIM authoring*⁵³, concetto che definiremo più nel dettaglio nei capitoli successivi.

Convenzione UK	Convenzione US	Descrizione
LOD 1		A questo livello il modello digitale è la rappresentazione dei soli requisiti prestazionali e dei vincoli dettati dal sito specifico. Dal punto di vista della modellazione è costituito da semplici blocchi.
LOD 2	LOD 100	Il modello sviluppato è ancora estremamente concettuale ma l'intento è già quello di comprendere strategie progettuali in merito ai volumi, il loro orientamento e un dimensionamento di massima.
LOD 3	LOD 200	In questa fase il modello è già in via di sviluppo sostanziale e comprende una generale definizione dei sistemi coinvolti così come delle quantità, delle dimensioni e delle forme dell'edificio. Anche dal punto di vista impiantistico e strutturale sono già stati avviati ragionamenti sul dimensionamento di massima.
LOD 4	LOD 300	Si tratta già un modello di pre-costruzione dove tutti gli intenti progettuali sono rappresentati. In questa fase si conclude infatti lo sviluppo della progettazione: gli elementi modellati sono accurati e posizionati correttamente ed è già possibile effettuare una precisa stima dei costi così come eventuali verifiche di conformità. A questo LOD sono esportabili tutti gli elaborati tradizionali e le documentazioni necessarie per procedere con la costruzione del manufatto edilizio.
LOD 5	LOD 400	Il modello viene ulteriormente arricchito con accurate indicazioni sulla componentistica ad opera di costruttori specialisti e i dati digitali sono associati a quelli di installazione. A questa fase il modello viene considerato pronto per l'eventuale produzione in automazione o per l'assemblaggio in cantiere. Il progettista in questa fase lascia che ad intervenire sul modello siano tecnici specializzati con competenze specifiche.
LOD 6	LOD 500	Questa è la rappresentazione dell'edificio costruito a seguito del processo BIM. Contiene infatti tutte le informazioni progettuali, così come i dati su tutta la componentistica e le variazioni effettuate in opera. È un modello adatto all'implementazione della fase di gestione e manutenzione dell'immobile.
LOD 7		Il modello disponibile a questo livello, previsto solo nella convenzione inglese, potrebbe essere definito anche come Asset Information Model: sin configura infatti come il database contenente anche le informazioni di gestione e può essere utilizzato per la verifica delle prestazioni di esercizio.

Fig. 3.11 – Definizione dei LOD - Levels of Development secondo le due principali convenzioni e rapporto con le "dimensioni" del BIM (UK - Regno Unito e US - Stati Uniti) - rielaborazione su fonte Royal Institution of Chartered Surveyors

Il principale ostacolo alla definizione un codice LOD univoco risiede nella mancanza di una visione condivisa per la relazione tra la rappresentazione grafica degli elementi e il loro livello informativo. Tale processo si traduce

51 The American Institute of Architects, documento E202-2008: Building Information Modeling Protocol Exhibit - <http://www.aia.org/contractdocs/AIAB095933> (online 10.02.206)

52 New York City Department of Design + Construction (DDC), BIM Guidelines, Luglio 2012

53 Viene definito come authoring la possibilità per un operatore di intervenire solo sulle parti del modello di propria competenza così come la capacità del software di mostrare modelli adeguati all'ambito disciplinare di riferimento.

infatti, in alcuni casi, in una semplificazione controproducente: un andamento proporzionale di *Level of Detail* e *Level of Information*. Contrariamente a tale visione, in alcune fasi dell'iter progettuale l'avanzamento di dettaglio informativo parallelo all'aumento di dettaglio geometrico potrebbe incrementare eccessivamente ed inutilmente il peso del modello, rendendolo di difficile utilizzo per buona parte dei professionisti della filiera⁵⁴. Per comprendere meglio l'affermazione è opportuno prendere in considerazione un semplice esempio: mentre gli architetti potrebbero avere necessità di controllare visivamente tutti i dettagli di un infisso (telaio fisso, telaio mobile, tipo di battuta, cardini, trasparenza e colore del vetro, maniglia) nessuno di questi è necessario al LOD 300 (UK 4), definito come "modello utile alla produzione della tradizionale documentazione di costruzione". Secondo la definizione di LOD, sono invece sufficienti invece il posizionamento, un'accurata dimensione e la rappresentazione del metodo e dell'ingombro di apertura sebbene, senza dubbio, per produrre un computo accurato ed un abaco preciso, sarebbero necessari anche informazioni più dettagliate. Un sistema elettrico di illuminazione non sarà mai modellato a LOD 300, poiché il posizionamento degli interruttori sarebbe considerato completamente simbolico. Questi esempi mettono in luce come già dalle prime fasi della progettazione possa essere necessario sviluppare geometrie ad un maggiore livello di visualizzazione al fine di risolvere dettagli complessi o fondamentali rapporti tra elementi anche quando la conoscenza delle specifiche degli oggetti, come quelle materiche e prestazionali, non è ancora approfondita. Nonostante tabelle come quella precedentemente riportata siano facilmente reperibili in versioni che differiscono per pochi dettagli, ciò che le accomuna è il fatto di non riportare espressamente in maniera specifica la quantità minima di dati non-grafici contenuti in ogni componente o sistema inserito nel modello. Resta infatti sempre in carico alla singola filiera relativa ad un singolo progetto definire tale limite, con la conseguente difficoltà di inserimento iniziale nel flusso di lavoro.

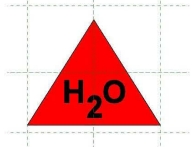
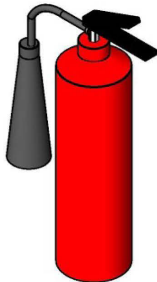
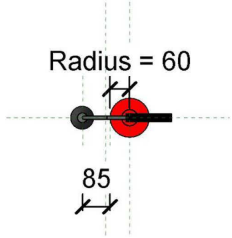
SVILUPPO DEL MODELLO ARCHITETTONICO	DETTAGLIO TRIDIMENSIONALE	LIVELLO INFORMATIVO
		
		

Fig. 3.12 – Esempificazione del LOD: a differenti livello di sviluppo del modello sono associati differenti caratteri informativi in un rapporto non obbligatoriamente proporzionale - fonte BIM Academy, Northumbria University

Poiché anche dal lato dello sviluppo software il BIM, inteso come metodo collaborativo di lavoro e non come singolo applicativo, è un sistema aperto e non proprietario, si è configurato a livello internazionale un consorzio denominato BuildingSMART⁵⁵, costituito da organizzazioni che operano nei settori delle costruzioni e della gestione immobiliare, al fine di promuovere attivamente l'interoperabilità e la standardizzazione del BIM.

⁵⁴ Cfr. EASTMAN C., TEICHOLZ P., SACKS R., LISTON K., *BIM Handbook - A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors*, op. cit.

⁵⁵ "buildingSMART is the worldwide authority driving transformation of the built environment through creation & adoption of open, international standards." - <http://www.buildingsmart.org/about/> (online 10.02.2016)

Parallelamente alle attività di BuildingSMART, sono stati istituiti diversi gruppi di lavoro internazionali e regionali con propositi simili, come: Implementer Support Group (ISG), Model Support Group (MSG), e W3C XG Incubator Group on Product Modeling. Queste iniziative si concentrano principalmente sulle strategie di *R&D (Research & Development)* e sulla produzione di linee guida per uno sviluppo tecnico, con particolare riferimento alle aziende operanti nel settore ICT.

OPEN BIM Sviluppo tecnologico (semplificato)

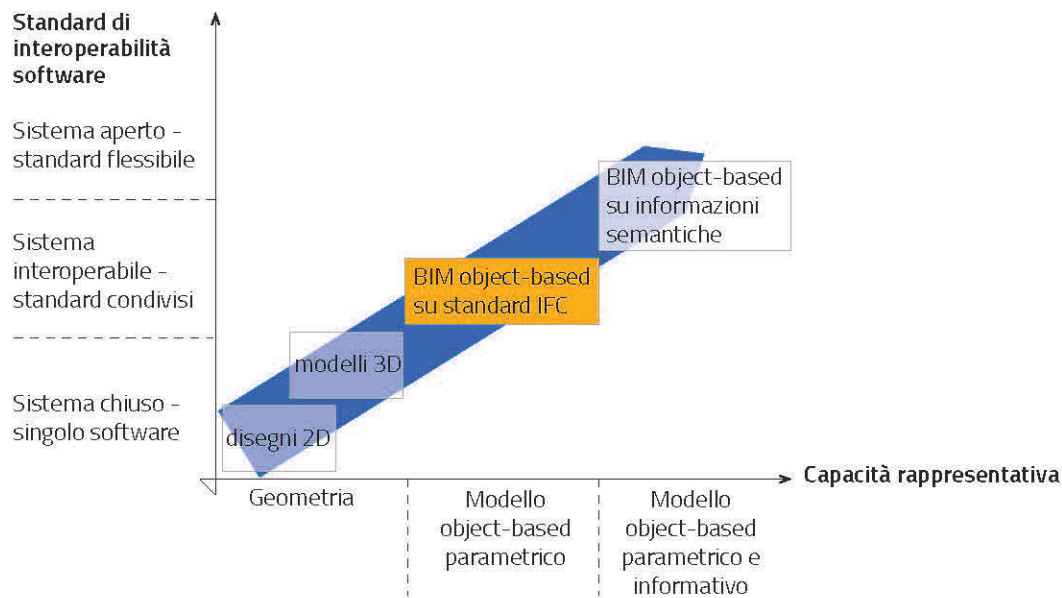


Fig. 3.13 – Evoluzione tecnologica del BIM in rapporto a capacità rappresentativa e standard di interoperabilità – rielaborazione grafica originale

3.2.3 Valutazione dell'interoperabilità tra strumenti BIM e GIS per la gestione dei processi di trasformazione urbana

La creazione di modelli semantici tridimensionali per il progetto sul costruito e l'acquisizione georeferenziata della condizione esistente grazie all'integrazione topografica aprono immediatamente la possibilità di mettere a sistema le informazioni a livello territoriale⁵⁶. Allo stato attuale però l'amministrazione del territorio, sebbene in buona parte basata su tecnologie di tipo *GIS - Geographic Information System* più o meno avanzate, si esprime prevalentemente mediante *Sistemi Informativi Territoriali (SIT)* che contemplano l'inserimento di soli dati bidimensionali e, il più delle volte, fanno riferimento a schemi di dati, livelli di dettaglio o persino formati differenti.

In tali ambienti informativi può risultare estremamente complessa l'integrazione di fonti di dati differenti e pertanto si configura la necessità di una attenta valutazione dell'interoperabilità tra strumenti BIM e GIS sebbene in linea teorica il dialogo tra i due sistemi sia assolutamente possibile e soprattutto auspicabile⁵⁷. I modelli tridimensionali dedicati al settore edilizio finalizzati alla costruzione vengono sviluppati, come abbiamo visto, a livelli di dettaglio incrementali con riferimento a differenti competenze. Nel momento in cui tale modello raggiunge il più alto livello di dettaglio può essere utilizzato per la realizzazione dell'opera ed allora, istante in cui si traduce in uno spazio reale, si configura la necessità di inserirne il dato in un sistema per la gestione del territorio⁵⁸. Sebbene negli ultimi anni siano stati sviluppati prodotti GIS in grado di gestire la terza dimensione in modo agevole,

56 Cfr. SEBASTIAN R., *Semantic BIM and GIS for Modeling Energy-Efficient Buildings Integrated in a Healthcare District*, *Isprs Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* II-2/W1, Novembre 2013

57 Cfr. KARAN E.P., IRIZARRY J., HAYMAKER J., *BIM and GIS Integration and Interoperability Based on Semantic Web Technology*, *Journal of Computing in Civil Engineering*, Luglio 2015

58 Cfr. GIUDICE M., OSELLO A., PATTI E., *BIM and GIS for district modeling*, 10th European Conference on Product & Process Modeling, Vienna, Austria, 2014

l'integrazione a livello geometrico dei due sistemi non può dirsi pienamente raggiunta. Ma se questa questione si traduce in un sforzo informatico che molto probabilmente sarà colmato in pochi anni e che, ad ogni modo, può essere facilmente aggirato anche allo stato attuale⁵⁹, ben più interessante risulta essere, dal punto di vista metodologico, la traduzione delle informazioni semantiche. Da un lato, quello del Building Information Modeling, esiste un modello semantico denominato *IFC* (*Industry Foundation Classes*)⁶⁰, dall'altro il *CityGML* (*City Geography Markup Language*)⁶¹. Professionisti di entrambi i settori hanno condotto significativi tentativi di integrare i due modelli per le più comuni applicazioni: gran parte di questi tentativi sono però unidirezionali, in particolar modo dall'IFC al CityGML. La definizione di un metodo bidirezionale potrebbe, d'altra parte, portare allo sviluppo di applicazioni unificate con chiari benefici a livello operativo e a livello strategico. Questo ambito di ricerca richiede una preventiva mappatura di entrambi i domini semantici per definire in modo condiviso ontologia e semantica: IFC e CityGML allo stato attuale, infatti, utilizzano differenti terminologie per descrivere lo stesso dominio e c'è una grande eterogeneità nelle due semantiche. Alcune ricerche di settore già propongono l'istituzione di sistemi intermedi come l'*Unified Building Model (UBM)*⁶² per facilitare il passaggio tra un sistema l'altro: tale modello unificato è definito come un modello contenente sia le possibilità di un sistema che dell'altro in modo da migliorarne le possibilità di traduzione e conversione mediando un processo a due fasi dal modello sorgente a quello target.

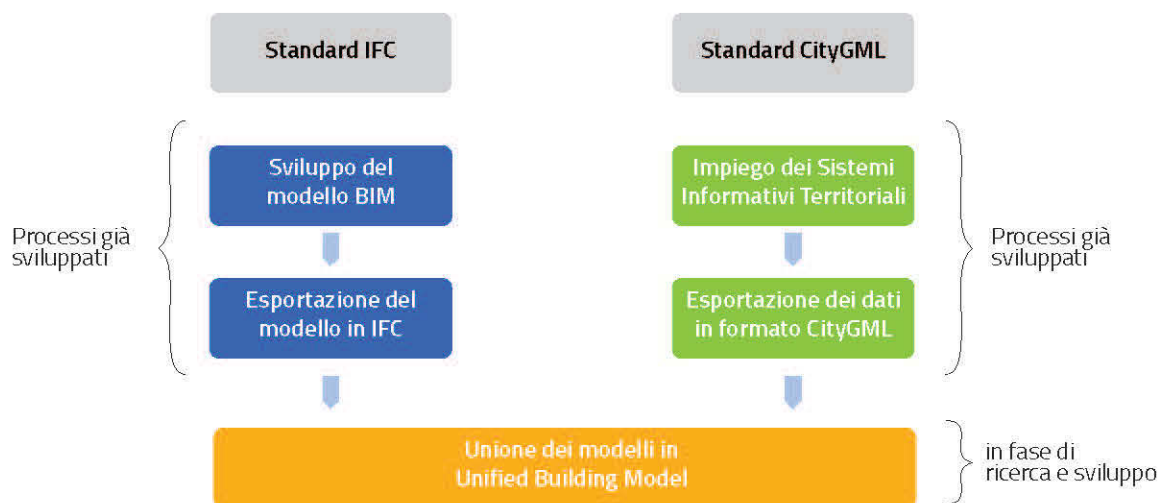


Fig. 3.14 – Concettualizzazione dell'interoperabilità tra strumenti BIM e GIS nell'implementazione del formato Unified Building Model - elaborazione grafica originale.

L'integrazione e l'interoperabilità tra sistemi BIM e GIS rappresenta sicuramente un campo di ricerca interessante, in rapido sviluppo e che vede, sempre più frequentemente, grandi investimenti da parte di importanti compagnie industriali, ma allo stato attuale non si configura ancora come un settore maturo per il diretto trasferimento tecnologico sul mercato. Allo stesso modo anche progetti in settori paralleli a quello delle costruzioni stanno indagando la possibile integrazione tra i due sistemi poiché già dalle prime esperienze emergono chiari benefici nel dialogo tra le due tecnologie⁶³.

59 Avanzati strumenti GIS come ArcGIS di ESRI hanno implementato nelle ultime versioni del software motori per la gestione dei dati tridimensionali. Nonostante questo la possibilità di gestire un dato BIM, tridimensionale e semantico, non è ancora raggiunta. Per approfondimenti si faccia riferimento a: <http://www.esri.com/products/arcgis-capabilities/gis-and-cad> (online 10.01.2016)

60 Per ulteriore approfondimento si rimanda al capitolo 4 di questa ricerca, nello specifico a 4.4.2 Applicazione degli standard OpenBIM e del linguaggio IFC

61 Per ulteriori informazioni sul formato standard si faccia riferimento al sito <http://www.citygml.org/> (online 10.01.2016)

62 EL-MEKAWY M., *Integrating BIM and GIS for 3D City Modeling: The Case of IFC and CityGML*, KTH, School of Architecture and the Built Environment (ABE), Urban Planning and Environment, Geoinformatics, 2010

63 Si faccia riferimento all'esperienza condotta sull'impianto per la depurazione delle acque reflue urbane di Milwaukee nella collaborazione tra la municipalità e ESRI, fornitore di sistemi GIS (<http://www.esri.com/esri-news/arcnews/spring13articles/lidar-building-information-modeling-and-gis-coverage> - online 10.01.2016)

3.2.4 Modelli BIM come database informativi per il Facility Management

L'affermazione dell'utilizzo di modelli in cui informazioni dalle molteplici sfaccettature riguardanti la costruzione, dal progetto alle informazioni patrimoniali, possano essere archiviate digitalmente per essere condivise e, di conseguenza, interrogate, si configura come principale sfida nell'ambito della rappresentazione integrata. Potenzialmente diventa però possibile includere ulteriori dimensioni, come quella temporale: catturare la quarta dimensione abilita il conseguimento di un archivio comune inerente l'intera storia dell'edificio, garantendo la gestione ed il controllo dell'intero ciclo di vita con conseguente contenimento dei costi ed incremento dell'efficienza. Il raggiungimento di tale obiettivo permetterebbe infatti di spostare le informazioni dalla fase progettuale e costruttiva a quella di gestione dell'immobile (*FM – Facility Management*)⁶⁴.

Continuando a fare riferimento all'intervento sul patrimonio esistente risulta quindi chiaro come anche la fase di rilievo, dapprima pensata quasi esclusivamente in relazione alla definizione di un progetto di trasformazione, divenga in quest'ottica direttamente implementabile e funzionale ad un immediato vantaggio economico. Attraverso una analisi preliminare, delle ordinarie fasi di manutenzione di un immobile e degli obiettivi da raggiungere, è possibile definire, in relazione al rispettivo LOD richiesto, la tipologia di rilievo che è necessario condurre per la creazione di un modello utile. Dall'analisi di una buona quantità di casi sperimentali⁶⁵ si è valutato come siano riscontrabili vantaggi notevoli già nella semplice restituzione dei tradizionali disegni CAD, richiesti in ogni capitolato di gara, unitamente all'implementazione delle informazioni testuali e dei fogli di calcolo risultati dalla tradizionale gestione dell'immobile. In tal caso il processo viene ulteriormente semplificato ed il valore aggiunto viene spostato immediatamente dalla fase di rilievo alla sola fase di restituzione. Anche in questa configurazione, la puntuale e dettagliata conoscenza di tutte le informazioni geometriche ed alfanumeriche (in funzione delle scelte critiche operate in sede di inserimento) rappresenta il plusvalore di un modello che, in forza delle capacità di integrazione degli oggetti architettonici con le loro qualità di utilizzo e tempi di manutenzione, consente un rapido efficientamento del processo gestionale. Allo stesso modo, la produzione di modelli BIM *FM-oriented* offre la possibilità della creazione di una offerta economica di servizi professionali al momento insistenti sul mercato nazionale.

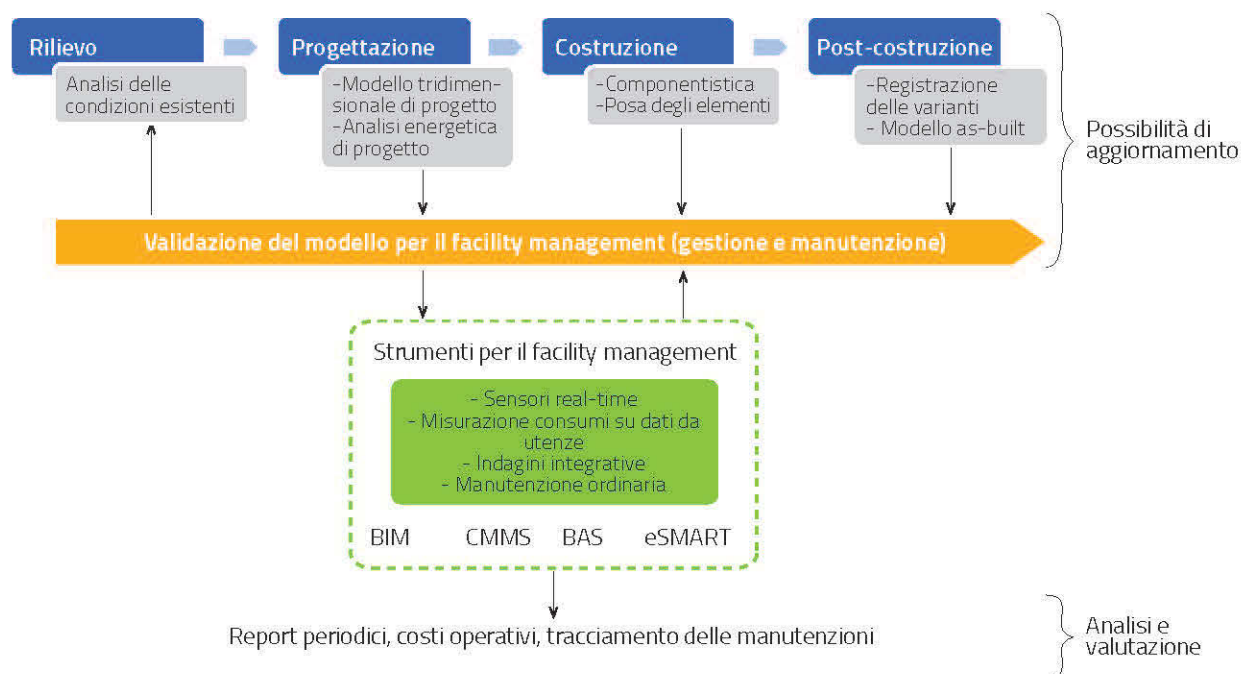


Fig. 3.15 – Rapporto tra la produzione del modello BIM e sua implementazione nel Facility Management - rielaborazione grafica su fonte U.S. General Service Administration

64 Cfr. LO TURCO M., *Rappresentare e gestire patrimoni immobiliari: il BIM per il Facility Management*, pp. 33-48 in *Territorio Italia* n.2, Agenzia delle Entrate, 2015

65 Cfr. RUPERTO F., VALENTINI S., *BIM "FM oriented": quale futuro?* in *Facility Management Italia*, n.27/2015

A livello nazionale è necessario segnalare l'avvio nel luglio 2011 del progetto di ricerca INNOVance⁶⁶, promosso dal Consorzio Ancenergia in partnership con imprese pubbliche, private, università e centri di ricerca, con la finalità di creare il primo database nazionale dell'edilizia: una banca dati delle costruzioni interoperabile e di libero di accesso, contenente tutte le informazioni, di natura tecnica, scientifica ed economica utili alla filiera delle costruzioni attraverso il raggiungimento di 3 obiettivi principali:

- un codice univoco per prodotti, servizi, attività e risorse impiegate;
- una scheda tecnica standardizzata che metta in relazione gli attori del processo edilizio;
- un portale WEB che permetta agli utenti di usufruire delle informazioni codificate in ogni fase della produzione edilizia.

Tale progetto, in particolare grazie allo sforzo normativo in corso di svolgimento di concerto con UNI, Ente Italiano di Normazione, apre la possibilità di implementare solidi sistemi condivisi di impiego dei dati sul patrimonio edilizio a livello gestionale.

Più avanzata, sebbene in questo ambito non consolidata, è la situazione sul mercato estero: si faccia ad esempio riferimento alle linee di utilizzo del BIM nel Facility Management pubblicate negli Stati Uniti dal *U.S. General Service Administration*⁶⁷. La documentazione inerente l'argomento specifico delinea i dati che devono essere gestiti digitalmente e i requisiti a garanzia del loro efficace impiego in una gestione dinamica dell'immobile. In buona parte si fa riferimento, in questo caso specifico, all'identificazione delle informazioni che devono essere trasferite dalla fase di progettazione e costruzione a quella operativa e di manutenzione. Nel momento in cui in un determinato ambito territoriale la maggior parte delle fasi di progettazione ed esecuzione lavori si appoggia a strumentazioni software BIM, si configura come logica conseguenza il mantenimento delle informazioni durante tutto il ciclo di vita dell'edificio. Tale procedura permette infatti la creazione automatizzata dell'inventario delle dotazioni tecniche di un immobile al fine di popolare sistemi CMMS (Computerized Maintenance Management System) compatibili, al fine di ridurre la ridondanza di dati che spesso causa una collegata ridondanza nelle operazioni di verifica delle azioni da eseguire sull'immobile. Non è necessario considerare la sola riduzione dei costi operativi in questa fase, bensì anche la capacità di rispondere più rapidamente alle esigenze dei conduttori.

66 CAFFI V., DANIELIOTTI B., MUSCOGIURI M., PAVAN A., PIGNATARO M.A., *Il processo edilizio supportato dal BIMM: l'approccio INNOVance - BIMM enabled construction processes: the INNOVance approach*, in ISTeA - Italian society of Science, Technology and Engineering of Architecture, 10-11 luglio, Bari, 2014

67 Nel 2003 la General Services Administration (GSA), attraverso il Public Buildings Service (PBS), ha stabilito il Programma Nazionale per il BIM 3D-4D-BIM. Da allora questo programma si è evoluto in collaborazioni tra Public Buildings Information Technology Services (PB-ITS) e il PBS. Il programma supporta l'utilizzo trasversale del BIM su tutti i settori che fanno riferimento al PBS. - <http://www.gsa.gov/> (online 10.02.2016)

3.3 Analisi dei requisiti normativi in ambito rappresentativo

Se dal punto di vista tecnico è possibile ipotizzare la digitalizzazione del flusso di lavoro del processo edilizio, dal punto di vista normativo sussistono chiari vincoli che condizionano tutte le figure professionali operanti nel settore a trasferire qualsiasi informazione su formato cartaceo per avere valore legale. Basti pensare ai contenuti del *Testo unico in materia edilizia* (D.P.R. 380/2001 e successive modifiche) o al *Codice dei contratti pubblici* (d.lgs. 163/2006 dal relativo regolamento di esecuzione, d.P.R. 207/2010): nonostante la presenza di procedure riferibili alla Pubblica Amministrazione digitale, le possibilità aperte dalle nuove tecnologie a livello normativo ancora non contemplano specifici riferimenti agli standard del settore. Risulta infatti evidente la necessità di configurare una strategia di modifiche a livello codicistico e regolamentare per permettere il recepimento degli strumenti informatici di Building Information Modeling e sfruttarne, anche a livello normativo, i vantaggi impliciti.

Nel corso degli anni la normativa di settore, per effetto del recepimento di direttive comunitarie, ha subito svariate modifiche ma ancora oggi presenta evidenti carenze e problematiche non ancora risolte e che, per alcuni aspetti, potrebbero essere colmate da un adeguamento normativo a standard avanzati di gestione del processo edilizio⁶⁸. Nello specifico è possibile delineare alcune criticità peculiari del nostro palinsesto normativo:

- persiste la mancanza di una visione di insieme dell'opera con sufficiente previsione dei dettagli della stessa, causa di una inconsapevole programmazione delle risorse finanziarie necessarie per la sua realizzazione;
- la documentazione autorizzativa prevista si configura in troppi casi come incompleta, con conseguenti margini di errori valutativi, successiva conflittualità e necessità di sanatorie a posteriori;
- le conseguenze dei numerosi contenziosi generati da queste carenze normative per una gestione certa del processo si ripercuote con pesanti effetti su tempistiche e costi dell'opera a causa dei giudizi cautelari e risarcitori.

Inoltre, con particolare riferimento all'ambito dei lavori pubblici, è possibile affermare ulteriormente che:

- l'eccessiva frammentazione in stazioni appaltanti si ripercuote sulla difficoltà di formare competenze specifiche ed adeguate al panorama normativo di settore;
- nel corso degli anni il concetto di variante è stato distorto dalle imprese esecutrici che, sfruttando lacune normative, hanno trasformato un mezzo per supplire ad un *quantum* non previsto in fase progettuale, fino anche ad un eventuale miglioramento dell'opera, ad uno strumento per rimediare a valutazioni sommarie in fase di gare o eccessivi ribassi per aggiudicarsi l'opera;
- tali valutazioni superficiali a livello progettuale, insieme alla cattiva gestione del progetto nella fase d'esecuzione, costituiscono altrettante fonti di contenzioso e si configurano, anch'esse, come un importante capitolo di spesa nel bilancio finale dell'opera.

In sede comunitaria, con riferimento anche a mercati diversi da quello nazionale, l'Unione Europea ha stimato che tali carenze e problematiche caratterizzanti l'intera filiera di realizzazione di un'opera pubblica sono causati nel 12% dei casi da errori commessi in fase di progettazione, nel 25% dei casi da un non corretto coordinamento tra gli attori del processo edilizio coinvolti nell'esecuzione dell'opera pubblica e nel 50% dei casi da problematiche economico-finanziarie⁶⁹. Proprio a fronte di questa situazione e al fine di ridurre drasticamente tali percentuali, la risposta comunitaria contiene indicazioni per Stati membri in merito all'introdurre l'obbligatorietà di adozione di specifici ed innovativi strumenti informatici, soprattutto laddove si impieghino capitali pubblici.

68 Cfr. VERSOLATO A., BARUTTA C., *Quadro normativo e B.I.M.*, in CAPUTI M., ODORIZZI P., STEFAN M., *Il Building Information Modeling - BIM. Valore, gestione e soluzioni operative*, Maggioli Editore, 2015

69 DG GROW G4 - Innovative and e-Procurement, Public Procurement Indicators 2012, European Commission, Novembre 2014 - http://ec.europa.eu/growth/single-market/public-procurement/studies-networks/index_en.htm (online 10.02.2016)

3.3.1 Direttive Europee per la digitalizzazione nei lavori pubblici

In data 18 aprile 2014 è entrata in vigore la direttiva 2014/24/CE sugli appalti pubblici⁷⁰. Tale direttiva, approvata dal Parlamento Europeo e dal Consiglio dell'Unione Europea il 26 febbraio 2014 e pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale il 28 marzo 2014, prevede che gli Stati membri predispongano gli opportuni provvedimenti legislativi, regolamentari e amministrativi per conformarsi alla stessa, recependo le nuove disposizioni nella legislazione nazionale, entro il 17 aprile 2016. È importante segnalare che "in forza del principio *apply or explain*, qualora gli Stati membri in sede di recepimento non intendessero rispettare le disposizioni normative più stringenti contenute nella direttiva, dovranno opportunamente giustificarne l'inosservanza"⁷¹.

Tempi d'entrata in vigore della direttiva 2014/24/CE e conseguenze sull'ordinamento giuridico italiano

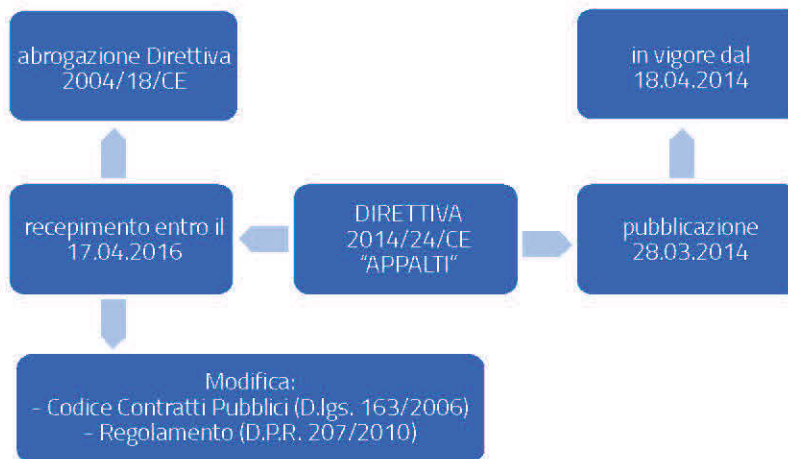


Fig. 3.16 – Schematizzazione della procedura e della tempistica entrata in vigore della direttiva 2014/24/CE - rielaborazione grafica su fonte VFBS Legal

La nuova direttiva, in linea con la strategia comunitaria finalizzata ad una crescita intelligente, sostenibile ed inclusiva, mira al rinnovamento del processo di gestione del settore degli appalti pubblici: per incentivare l'innovazione la *European Union Public Procurement directive* invita gli Stati Membri a considerare l'uso di strumenti informatici. Dall'analisi dei testi della direttiva nelle principali lingue della UE, con specifico riferimento all'art. 22 comma 4, si evince la volontà del legislatore comunitario di non voler imporre necessariamente il BIM come unico sistema della realizzazione dell'opera pubblica ma come uno dei possibili modelli adottabili dalle pubbliche amministrazioni. In forza del potere riconosciuto agli Stati membri di apportare in sede di recepimento gli opportuni adeguamenti al fine di rendere attuabili le linee dettate dal legislatore comunitario, è lasciato agli stessi la possibilità di identificare le soluzioni più adeguate alle situazioni nazionali. Emerge però chiaramente dalle sfumature lessicali tra le versioni, una chiara indicazione: in inglese, francese e tedesco (le tre lingue procedurali della UE) si parla di metodi facilmente riconducibili al BIM mentre, nelle versioni italiana e spagnola, si citano genericamente strumenti di simulazione elettronica.

⁷⁰ La direttiva 2014/24/CE denominata Euppd - *European Union Public Procurement directive* abroga la precedente direttiva in materia 2004/18/CE.

⁷¹ VERSOLATO A., *La direttiva Europea* in CAPUTI M., ODORIZZI P., STEFAN M., *Il Building Information Modeling - BIM. Valore, gestione e soluzioni operative*, Maggioli Editore, 2015.

Si riporta di seguito l'art. 22 comma 4 della direttiva 2014/24/CE Euppd - *European Union Public Procurement directive* nelle lingue inglese, francese, tedesco, italiano e spagnolo.

ENG - Rules applicable to communication

For public works contracts and design contests, Member States may require the use of specific electronic tools, such as of building information electronic modeling tools or similar. In such cases the contracting authorities shall offer alternative means of access, as provided for in paragraph 5, until such time as those tools become generally available within the meaning of the second sentence of the first subparagraph of paragraph 1.

FRA - Règles applicables aux communications

Pour les marchés publics de travaux et les concours, les États membres peuvent exiger l'utilisation d'outils électroniques particuliers tels que des outils de modélisation électronique des données du bâtiment ou des outils similaires. Dans ces cas, les pouvoirs adjudicateurs offrent d'autres moyens d'accès, selon les dispositions du paragraphe 5, jusqu'à ce que ces outils soient devenus communément disponibles au sens de paragraphe 1, premier alinéa, deuxième phrase.

DEU - Vorschriften über die Kommunikation

Für öffentliche Bauaufträge und Wettbewerbe können die Mitgliedstaaten die Nutzung spezifischer elektronischer Instrumente, wie z. B. elektronischer Instrumente für die Gebäudedatenmodellierung oder dergleichen, verlangen. In diesem Fall bieten die öffentlichen Auftraggeber alternative Zugänge gemäß Absatz 5 bis zu dem Zeitpunkt, zu dem diese Instrumente im Sinne von Absatz 1 Unterabsatz 1 Satz 2 allgemein zur Verfügung stehen.

ITA - Regole applicabili alle comunicazioni

Per gli appalti pubblici di lavori e i concorsi di progettazione, gli Stati membri possono richiedere l'uso di strumenti elettronici specifici, quali gli strumenti di simulazione elettronica per le informazioni edilizie o strumenti analoghi. In tali casi, le amministrazioni aggiudicatrici offrono modalità alternative di accesso, come previsto al paragrafo 5, fino al momento in cui tali strumenti divengono generalmente disponibili ai sensi del paragrafo 1, primo comma, secondo periodo.

SPA - Normas aplicables a las comunicaciones

Para contratos públicos de obra y concursos de proyectos, los Estados miembros podrán exigir el uso de herramientas electrónicas específicas, como herramientas de diseño electrónico de edificios o herramientas similares. En esos casos, los poderes adjudicadores ofrecerán medios de acceso alternativos según lo dispuesto en el apartado 5 hasta el momento en que dichas herramientas estén generalmente disponibles en el sentido de la segunda frase del párrafo primero del apartado 1.

Non è quindi errato ritenere che dal punto di vista pratico lo strumento maggiormente rispondente alle indicazioni del legislatore europeo sia il BIM e la dimostrazione risiede anche nel fatto che diversi Stati già oggi stanno operando con tale metodologia o hanno previsto piani di adozione del BIM nel breve periodo in forza dei chiari vantaggi offerti. In Finlandia l'adozione del BIM sui progetti pubblici di nuova costruzione e ristrutturazione (in ambito strutturale, architettonico, impiantistico e anche in fase di rilievo) è obbligatoria dal 2007. In Norvegia dal 2010 per l'intero ciclo di vita dell'edificio (progetto, costruzione e gestione) e in Danimarca dal 2011 per i lavori di importo superiore a euro 667.000. Dal 2011 nel Regno Unito ha preso avvio un piano di adozione quadriennale al fine di rendere obbligatorio l'impiego di sistemi BIM entro il 2016 per tutti i progetti con committente pubblico e raggiungere la riduzione, di almeno il 20%, sia della spesa pubblica che di emissioni di CO2 prodotte dal settore. Altri paesi, come Germania, Olanda o Svezia, stanno attualmente seguendo l'esempio degli stati più avanzati, raccomandando l'impiego del BIM e rendendolo titolo preferenziali in fase di aggiudicazione di un progetto. Uscendo dal panorama europeo, Singapore è forse lo stato attualmente più avanzato a riguardo, dove l'autorità in materia di costruzioni si è già da tempo attivata, anche con la previsione di appositi incentivi, affinché il BIM diventi a tutti gli effetti uno standard.



FINLANDIA

l'adozione del BIM sui progetti pubblici di nuova costruzione e ristrutturazione (in ambito strutturale, architettonico, impiantistico e anche in fase di rilievo) è obbligatoria dal 2007

NORVEGIA

gli strumenti BIM sono obbligatori dal 2010 per l'intero ciclo di vita dell'edificio (progetto, costruzione e gestione)

DANIMARCA

gli strumenti BIM sono obbligatori dal 2011 per i lavori di importo superiore a euro 667.000

REGNO UNITO

si appresta invece a rendere obbligatorio l'impiego di sistemi BIM entro il 2016 per tutti i progetti con committente pubblico

GERMANIA, OLANDA E SVEZIA

stanno attualmente seguendo l'esempio degli stati più avanzati, raccomandando l'impiego del BIM e rendendolo titolo preferenziale in fase di aggiudicazione di un concorso.

Fig. 3.17 – Normative e strategie per l'adozione del BIM a livello europeo - elaborazione grafica originale

L'obiettivo principale del legislatore comunitario è quindi quello di innescare una serie di necessari adattamenti, nell'ottica dei termini di recepimento della direttiva (aprile 2016), che portino gli Stati membri ad avviare un percorso per adottare tecnologie che consentano di monitorare le procedure d'appalto a 360° sin dalla loro nascita, improntando la riforma del settore sul principio della massima trasparenza. Sebbene il nostro Paese, allo stato attuale, sia ancora silente sull'argomento, è prevedibile che tale risposta divenga necessaria ed urgente nel breve periodo sebbene comporti inevitabili modifiche non solo nel mondo della professione ma anche al Codice dei contratti pubblici e al relativo Regolamento di attuazione ed esecuzione.

A titolo esemplificativo "potrebbero essere interessati gli articoli relativi ai principi (art. 2) e alle definizioni (art. 3) per poi proseguire con puntuali previsioni di inserimenti in ogni articolo che necessiti di un coordinamento con la soluzione tecnico/informatica prescelta dal legislatore. Si pensi, infatti, a come dovrebbero essere rivisti prevedendo espressamente l'introduzione e l'utilizzo del BIM l'art. 631, avviso di preinformazione, l'art. 64, bandi di gara, l'art. 65, avviso sui risultati della procedura di affidamento, l'art. 66, modalità di pubblicazione degli avvisi e dei bandi, l'art. 67, inviti a presentare offerte e a partecipare al dialogo competitivo e a negoziare, del d.lgs. 163/2006. Questo per citare soltanto alcuni degli articoli che dovrebbero essere necessariamente modificati nel caso di recepimento del suggerimento del legislatore comunitario ad adottare "strumenti di simulazione elettronica per le informazioni edilizie o strumenti analoghi"⁷².

⁷² VERSOLATO A., *Cenni sulla disciplina degli appalti e sul ruolo del BIM*, in CAPUTI M., ODORIZZI P., STEFAN M., *Il Building Information Modeling - BIM. Valore, gestione e soluzioni operative*, Maggioli Editore, 2015

CAPITOLO 4

Ipotesi per l'innovazione e la gestione-rappresentazione del processo di riqualificazione del patrimonio residenziale

4.1 Metodologia per la definizione di innovativi processi di riqualificazione	81
4.1.1 Individuazione delle principali criticità nel processo edilizio attuale	82
4.1.2 Identificazione degli stakeholders e definizione degli indicatori di confronto	83
4.2 Definizione dell'ipotesi di workflow Smart Swap Building: ambito e limiti	85
4.2.1 Definizione degli obiettivi del progetto in relazione ai differenti attori	87
4.2.2 Descrizione dell'ipotesi di processo	89
4.2.3 Opportunità e criticità per l'innovazione di processo	91
4.3 Verifica dell'ipotesi di processo e confronto con i portatori di interessi	93
4.3.1 Il ruolo di facilitatore di Aster e della Rete Alta Tecnologia E-R	93
4.3.2 Identificazione dei principali interlocutori nella filiera regionale	94
4.3.3 Analisi del rapporto tra gli attori coinvolti e il tema della proprietà	94
4.3.4 Risultati operativi dei tavoli tecnici di confronto sull'ipotesi di processo	95
4.4 Integrazione di strumenti di Building Information Modeling nel workflow Smart Swap Building	98
4.4.1 Metodologia BIM per aggregare informazioni nel processo di riqualificazione	101
4.4.2 Applicazione degli standard OpenBIM e del linguaggio IFC	105
4.4.3 Valutazioni sulla preservazione del dato digitale e la sua usabilità	109

Nel quarto capitolo prende forma l'innovazione del processo edilizio di riqualificazione denominato Smart Swap Building.

Questo è stato condiviso con i diversi attori del mercato al fine di verificare che il workflow fosse rispondente ai criteri di fattibilità imposti dal mercato immobiliare. Grazie all'apporto di Aster, Rete Alta Tecnologia dell'Emilia-Romagna, si potuto contare sul coinvolgimento di stakeholder qualificati su tutta la filiera. Da questo percorso è emersa, a conferma di quanto ipotizzato, una scarsa abilità a sviluppare un insieme di documenti che rispondano correttamente ai requisiti del programma funzionale e che configurino una reale certezza di realizzabilità all'interno del budget stimato. Questo è inoltre rafforzato dal fatto che tali documenti divengano, nella fase successiva, la base fondante per la verifica dello stato di avanzamento dei lavori e pertanto da questi dipenda il successo del progetto.

Da qui è derivata la necessità di definire una metodologia specifica per la gestione e rappresentazione del processo di riqualificazione del patrimonio residenziale.

4.1 Metodologia per la definizione di innovativi processi di riqualificazione

La crisi economico-finanziaria e le sue ripercussioni nell'industria delle costruzioni, che in precedenza abbiamo delineato, hanno messo fine ad una aspettativa di crescita apparentemente illimitata. L'attuale congiuntura mostra già chiaramente un maggiore interesse nei confronti di una strategia di produzione di valore attenta alla sostenibilità sia sul lungo che sul breve periodo, capace di tradursi in una diffusa sensibilità per la qualità del patrimonio esistente e la sua capacità di rigenerarsi, al fine di rispondere a nuove aspettative d'uso sebbene *"non si può disconoscere che la produttività dell'industria delle costruzioni non abbia fatto quel salto di crescita che ha invece fatto lievitare altri settori per effetto delle innovazioni tecnologiche e processuali costantemente introdotte"*¹. Sulla base di tale scenario si apre la necessità di definire metodologie e modelli di intervento innovativi al fine tradurre in realtà il potenziale di crescita sostenibile rappresentato dal recupero di valore del costruito.

In linea con tale assunzione è di particolare interesse rivolgere l'attenzione ai sistemi di certificazione della qualità in edilizia, sia obbligatori che volontari, poiché, almeno in linea teorica, si configurano come elemento di misurazione e garanzia della capacità di un intervento di mantenere il suo valore nel tempo. Da un lato è possibile osservare come il numero dei Comuni che in Italia hanno adottato regolamenti edilizi in chiave sostenibile sia fortemente aumentato passando da 188 a 1.003 tra il 2008 e il 2012 (+815)²; dall'altro il forte e crescente interesse per le

REGOLAMENTI EDILIZI SOSTENIBILI ADOTTATI DAI COMUNI

188 nel 2008
1003 nel 2012

+815

fonte: ilSole24Ore

certificazioni volontarie da parte dei costruttori manifesta l'esigenza delle imprese di costruzioni più virtuose di esprimere trasparentemente, in particolar modo nei confronti del committente, il proprio livello qualitativo. E parallelamente all'aumento della quantità di certificazioni è possibile registrare una loro variazione qualitativa che, sullo stesso periodo, ha visto la nascita di prodotti dedicati alla riqualificazione come LEED Major Renovation, BREEAM International Refurbishment and Fit-out o Passivhaus EnerPHit. Come afferma Lorenzo Bellicini, direttore del Cresme, Centro di ricerche di mercato e servizi per chi opera nel mondo delle costruzioni e dell'edilizia, siamo di fronte ad *"un ciclo nel quale uno dei driver principali sarà rappresentato dalla capacità di offrire livelli crescenti di qualità, in cui rientrano elementi di sostenibilità, di qualità gestionale, di processo, ovvero un insieme di prestazioni in grado di innovare profondamente il modo stesso di costruire"*³.

Pertanto la definizione di una metodologia innovativa per la riqualificazione deve porsi, in primo luogo, come risposta ai più elevati livelli di qualità del settore e, in secondo luogo, interpretarne i punti chiave cercando di proporre il raggiungimento di risultati anche superiori. È bene notare come non solo i modelli innovativi di intervento edilizio rivolgano particolare attenzione al patrimonio esistente ma come si concentrino inoltre sull'intero ciclo di vita di un immobile, dalla gestione ai costi operativi, ma anche sulle conseguenze che questo innesca sulle abitudini comportamentali dei residenti⁴. Se da un lato la certificazione serve ai consumatori per poter valutare la qualità dei prodotti offerti sul mercato e alle imprese che offrono un buon livello qualitativo per difendersi dalla concorrenza di chi abbassa i prezzi tagliando la qualità, dall'altro diventano uno strumento per promuovere sistemi di relazioni urbane sostenibili attraverso azioni consapevoli.

Allo stesso tempo, per fornire un quadro completo della situazione, è necessario ribadire come un certificato abbia valore solo in qualità di misura di una soluzione tecnica. Sia per quanto riguarda le certificazioni volontarie che gli adempimenti obbligatori, troppo spesso, nel nostro paese, i controlli sono basati su adempimenti formali invece che sulle reali prestazioni erogate, con una conseguente possibilità di concorrenza tra certifica-

1 DEL NORD R., *Quale ricerca per quale domanda*, pp.70-75, in *TECHNE - Journal of Technology for Architecture and Environment - Oltre la crisi*, n. 01-2011, SITdA

2 *Edilizia «green», richieste certificazioni +63% in Edilizia e Territorio*, Il Sole24Ore, 02 Maggio 2013 - <http://www.ediliziae-territorio.ilsole24ore.com/art/sportello-edilizio/2013-05-02/edilizia-green-richieste-certificazioni-110324.php> (online 10.02.2016)

3 ARONA A., *Innovazione in edilizia, il decalogo di Federcostruzioni* - Ricerca Cresme, in *Edilizia e Territorio*, Il Sole24Ore, 16 Gennaio 2015

4 Cfr. LOSASSO M., *Rigenerazione urbana: prospettive di innovazione*, pp.4-6, in *TECHNE - Journal of Technology for Architecture and Environment - Rigenerazione urbana*, n. 10-2015, SITdA

tori nel diventare compiacenti nei confronti delle imprese. Il modello di riferimento diventa pertanto, anche a detta del Cresme⁵ stesso, quello tedesco, esempio di elevato livello qualitativo sulla base del fatto che i controlli sono condotti attraverso misurazioni delle performance stesse, rilevate con grande rigore e severità. Inoltre la responsabilizzazione del costruttore è assicurata dal fatto che le norme statali e locali sono integrate da "regole tecniche generalmente accettate" (*Allgemein anerkannte Regeln der Technik – AaRdT*). Queste norme, pur non facendo parte del corpo legale ufficiale, sono riconosciute per mezzo delle leggi stesse (ad esempio quelle sui contratti e sugli appalti) e possono fungere da riferimento in caso di controversie legali derivanti da problemi nelle costruzioni. Molto spesso si tratta di linee-guida formulate dalle associazioni di categoria o, più in generale, si configurano come espressione dello stato dell'arte del costruire.

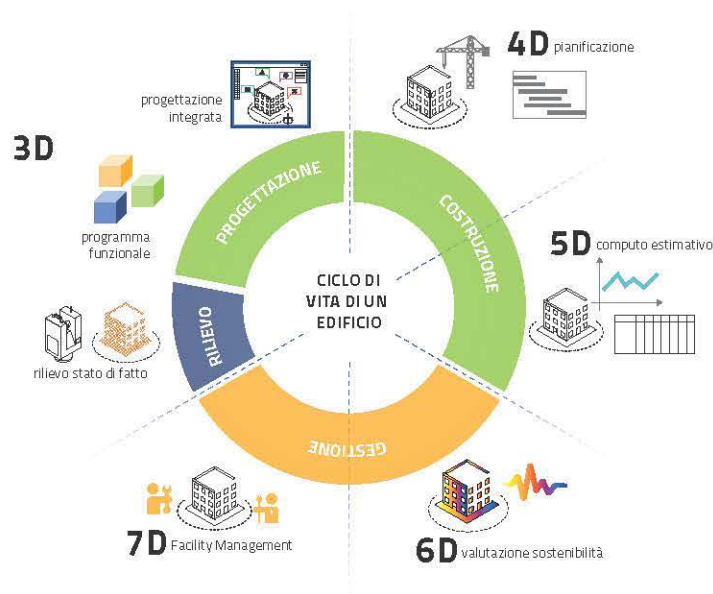


Fig. 4.1 – Schematizzazione del ciclo di vita di un edificio in relazione alle "dimensioni" degli strumenti BIM - elaborazione originale

4.1.1 Individuazione delle principali criticità nel processo edilizio attuale

In linea con le principali ricerche di settore è possibile affermare che la crescente complessità del processo edilizio sia interpretata da un largo numero di attori della filiera come una criticità in grado di causare un progressivo impoverimento della qualità degli interventi⁶. Si può ascrivere la natura di tale complessità nel processo di realizzazione dei manufatti edilizi ad elementi di differente caratterizzazione che, sintetizzando in chiave critica quanto già espresso, potrebbero essere definiti come:

- evoluzione tecnologica dei materiali e delle tecniche di messa in opera per il raggiungimento di livelli prestazionali sempre più elevati;
- maggiori dimensioni degli interventi da realizzare e maggior numero di figure professionali, facenti riferimento all'intero ciclo di vita di un edificio, che intervengono nel processo edilizio;
- normativa tecnica e procedurale lacunosa a livello complessivo ma sempre più dettagliata e stringente nella sua settorializzazione.

A livello di risultati, tali criticità conducono in troppi casi alla costruzione di organismi edilizi incapaci di soddisfare il profilo della domanda in termini di funzioni, prestazioni ed impatto formale. La commistione di fattori disaggreganti capaci di incidere negativamente su diverse fasi realizzative ne causano una sostanziale inconsistencya che, a livello pratico, si traducono in errori materiali in fase di progettazione o incoerenze tra specifiche

⁵ CRESME, XXI *Rapporto Congiunturale e Previsionale*, edizione digitale, Centro di ricerche di mercato, servizi per chi opera nel mondo delle costruzioni e dell'edilizia, 2014

⁶ Cfr. G.LOFFREDA, G.CARRARA, A.TRENTO, A.FIORAVANTI, *Conoscere collaborare progettare - teoria tecniche e applicazioni per la collaborazione in architettura*, Gangemi Editore, 2014.

progettuali e soluzioni architettoniche adottate.

“Ciò conferma, ancora una volta, che non si è creata una cultura di totale condivisione delle reciproche responsabilità rispetto agli obiettivi, da parte di tutti gli attori”⁷. Secondo questa lettura è possibile comprendere come, nel momento in cui le informazioni caratterizzanti il processo e in carico alle differenti figure professionali non siano integrate in un processo collaborativo ma sfocino in situazioni concorrenziali, si corra il rischio di assistere a lacune di conoscenza capaci di minacciare la qualità complessiva dell'opera. L'adozione di strumenti collaborativi che incentivino i *team-working* sul processo edilizio è pertanto auspicabile anche sul territorio nazionale, non solo per i vicoli normativi analizzati nel capitolo precedente, ma per la capacità di rispondere a situazioni critiche caratterizzanti il nostro panorama dell'industria delle costruzioni.

4.1.2 Identificazione degli stakeholders e definizione degli indicatori di confronto

“Se in tutti i processi decisionali complessi la condivisione continua e progressiva delle scelte da parte di tutti gli operatori è considerata una condizione strategica per il successo dell'iniziativa pianificata e se il processo di progettazione è comunque assimilabile a un complesso sistema di decisioni consapevolmente assunte da tutti gli operatori, allora non si può sottovalutare l'importanza delle tecniche e delle procedure atte a facilitarne la condivisione”⁸.

In considerazione di quanto delineato si è quindi ritenuto opportuno definire nello specifico i portatori di interessi che dovranno intervenire nel dialogo operativo in vista della creazione di un network di confronto che possa raccogliere i contributi di diversi attori coinvolti nell'innovazione del processo edilizio. In merito è stata effettuata una suddivisione in tre macro-categorie alla quali i singoli *stakeholder* fanno riferimento e sulla quale sono stati individuati, nel corso della ricerca, gli interlocutori qualificati per il confronto di processo⁹.

MACRO-CATEGORIA DI APPARTENENZA	SINGOLI STAKEHOLDER
PROGETTAZIONE E COSTRUZIONE	produttori di prodotti edilizi produttori di elementi impiantistici studi e società di progettazione imprese di costruzione
PROPRIETARI E GESTORI	associazioni di amministratori di condominio società di gestione del patrimonio immobiliare società di finanziamento
AMMINISTRAZIONE DEL TERRITORIO	enti pubblici pubbliche amministrazioni

Fig. 4.2 – Identificazione e suddivisione degli stakeholders in macro-categorie - elaborazione originale

⁷ DEL NORD R., *Quale ricerca per quale domanda*, op.cit.

⁸ *Ibidem*

⁹ Si rimanda ai paragrafi successivi di questo capitolo per l'approfondimento del confronto strutturato in fase di definizione di processo edilizio di riqualificazione e al capitolo 8 per l'approfondimento della piattaforma digitale di dialogo continuativo. Nello specifico di faccia riferimento a 4.3 *Verifica dell'ipotesi di processo e confronto con i portatori di interessi* e 8.1 *Creazione e strutturazione del network Smart Swap Building*

Alla luce dello stato dell'arte e del rapporto tra configurazione del settore costruzioni e strumenti digitali di gestione del processo si è ritenuto opportuno definire inoltre i principali criteri di confronto in riferimento all'intero ciclo di vita dell'edificio. La complessità di comprendere quali elementi sia necessario individuare nella definizione di una pratica di rinnovamento efficace ed efficiente impone una interpretazione sintetica dei driver di innovazione e dei relativi indicatori sociali, ambientali ed energetici per agevolare il dialogo nel processo di definizione di un *workflow* volto alla riqualificazione del patrimonio esistente¹⁰.

CRITERI DI CONFRONTO	DRIVER DI INNOVAZIONE	INDICATORI
Incremento del valore dell'esistente e allineamento con le richieste del mercato	trasparenza	- economici - sociali
Riduzione dei costi di intervento e di esercizio	- trasparenza - innovazione tecnologica	- economici - sociali
Miglioramento dell'efficienza impiantistica e riduzione delle emissioni	- consapevolezza - innovazione tecnologica	- energetici - ambientali
Creazione di un ambiente dal maggior comfort abitativo per i residenti	- salute e benessere - innovazione tecnologica	sociali
Miglioramento della sicurezza strutturale	- trasparenza - innovazione tecnologica	sociali
Capacità di adattare gli edifici alle richieste future in relazione ai requisiti di emissioni e impatto sul clima	- innovazione tecnologica - trasparenza	- sociali - ambientali
Promozione di stili di vita più sostenibili dal punto di vista sociale, energetico e ambientale	- trasparenza - consapevolezza	- sociali - ambientali - energetici

Fig. 4.3 – Identificazione sintetica degli indicatori di confronto con gli stakeholder e loro afferenza a driver di innovazione e indicatori identificati nel capitolo precedente - elaborazione originale

¹⁰ Per una comprensione più approfondita della tabella di sintesi si rimanda al capitolo 2 di questa ricerca con particolare riferimento al quadro sinottico degli indicatori socio-economici, ambientali ed energetici. Nello specifico si faccia riferimento a 2.3 Identificazione degli indicatori sociali, ambientali ed energetici

4.2 Definizione dell'ipotesi di workflow Smart Swap Building: ambito e limiti

Come espresso nel capitolo relativo allo stato del mercato immobiliare, la recente contrazione ha generato una significativa quantità di patrimonio invenduto. Il tasso di assorbimento dell'80% del 2007 è sceso al 35% del 2012. Al termine del 2014, il numero complessivo delle abitazioni invendute si attestava oltre 540mila unità in Italia, per il 26% di nuova costruzione. Gli investimenti nel settore della ristrutturazione ormai raggiungono e superano quelli per le nuove costruzioni. Parallelamente lo stock immobiliare residenziale è composto per il 70% da edifici antecedenti al 1970 e necessita di un adeguamento a nuovi livelli di efficienza energetica, sicurezza sismica, inclusività e comfort abitativo.

Alla luce di questo scenario è nato nel 2012, in collaborazione con la Piattaforma Costruzioni della Rete Alta Tecnologia dell'Emilia-Romagna, il progetto *Smart Swap Building*¹¹, su idea dell'Ing. Francesco Paolo Ausiello, Direttore Progetti Strategici di Aster, come progetto in risposta alla crisi che ha duramente colpito il settore delle costruzioni e alla richiesta di innesco di nuove logiche di rigenerazione utili all'intera filiera regionale, volte alla riqualificazione e alla riduzione del consumo di suolo. Il termine *swap*, mutuato dalla finanza, indica lo scambio di flussi tra due controparti: con il concetto di *Smart Swap Building* si vuole perciò intendere l'utilizzo del patrimonio edilizio invenduto come alloggio temporaneo per gli abitanti di aree nelle quali si intraprendano programmi di riqualificazione dell'esistente, nella logica di risparmio energetico, di risorse e di adeguamento del comfort abitativo. Il progetto di ricerca *Smart Swap Building* si inquadra nell'ambito della innovazione di processo edilizio, integrando secondo una strategia sistematica il patrimonio esistente e quello di nuova costruzione non utilizzato¹²; data la sua complessità, apre differenti ambiti di indagine che andranno singolarmente indagati. Inoltre è necessario sottolineare come l'attenzione non vada rivolta, in sede di esame dei processi di riqualificazione, ai singoli manufatti edilizi ma come questi debbano essere considerati a livello di aggregato urbano per innescare logiche di rigenerazione a livello di tessuto relazionale e infrastrutturale.

La presente trattazione condivide con il progetto regionale l'ipotesi originaria del progetto e ha contribuito alla definizione di uno stato dell'arte comune così come all'identificazione degli obiettivi specifici al fine di formulare una prima ipotesi di un innovativo flusso di lavoro per la filiera edilizia sul progetto di riqualificazione. Questa è stata poi analizzata e verificata mediante l'ausilio di tavoli tecnici in modo da poterne definire punti di forza e punti di criticità sui quali andare ad intervenire per affinare un definitivo *workflow* rispondente ai criteri di fattibilità imposti dal mercato immobiliare. È inoltre opportuno sottolineare come l'attuale instabile congiuntura economico-finanziaria abbia imposto di tenere costantemente aggiornato lo stato dei mercati, parametrato sia su proiezioni e dati consuntivi rilevati a differenti scale, sia sul confronto diretto con realtà partner, pubbliche e private, con le quali è stata condivisa la metodologia di intervento di ricerca.

La necessità di integrare opportuni strumenti informativi a supporto dei complessi processi decisionali, in grado di agevolare il confronto tra differenti competenze, a diverse scale e in diversi momenti del ciclo di vita degli edifici, si è poi configurata come naturale ed indipendente sviluppo del percorso di ricerca dottorale. Nello svolgimento di tale percorso l'ambito di interesse è stato poi ulteriormente delimitato e si configura quindi suddiviso in due macro-categorie, entrambe delineate in riferimento all'edilizia residenziale *multifamily*¹³, con specifica limitazione al territorio regionale.

11 AUSIELLO F.P., MAIETTI F., MEDICI M., *Smart Swap Building - Strategie per riqualificare l'esistente*, pp.649-659, in *La smart city al servizio del cittadino - la call for papers di Smart City Exhibition 2013*, Forum PA Editore

12 Cfr. SINOPOLI N., *Processo edilizio e innovazione*, in TORRICELLI M.C., LAURIA A. (a cura di), *Innovazione tecnologica per l'architettura. Un diario a più voci*, Firenze, Università di Firenze, Dipartimento TAeD, Edizioni ETS, 2004

13 Si preferisce in questo caso fare riferimento al termine anglosassone nella concezione di una edilizia residenziale dedicata a molteplici nuclei abitativi prescindendo dalla proprietà e dalla tipologia edilizia. Il termine italiano condominio, purché non sia indicativo di una specifica tipologia, implica una differente proprietà per le differenti unità abitative.

Edifici residenziali obsoleti – termini temporali per l'identificazione.

- **costruiti dopo il 1946** – si esclude un quarto del patrimonio edilizio residenziale, costruito prima del secondo conflitto mondiale e sottoposto al vincolo di verifica di valore storico-documentale (art. 4 del D.L. sviluppo 70/2011 che sostituisce l'art. 10 comma 5 del Codice dei beni culturali innalzando da 50 a 70 anni la soglia d'età oltre la quale i beni immobili di proprietà pubblica o di persone giuridiche private senza scopo di lucro sono sottoposti a regime speciale); inoltre è necessario segnalare come il tasso di crescita del patrimonio residenziale nazionale sia sempre stato, da allora, maggiore di quanto dei valori raggiunti in questo periodo di crisi.
- **Costruiti prima del 1985** – Anno del primo condono edilizio italiano avvenuto sotto il governo Craxi-Nicollazzi. La legge n° 47 del 28/2/1985 si pose prima di tutto come una provvisoria legge-quadro in materia urbanistico/edilizia, ma la sua maggiore conseguenza fu quella di ammettere al condono edilizio tutti gli abusi realizzati fino al 1/10/1983. Inoltre, secondo dati del CRESME, l'effetto annuncio del primo condono provocò l'insorgere, nel solo biennio 1983/4, di 230.000 manufatti abusivi.

In merito è inoltre opportuno sottolineare come nel periodo ricadano gli edifici costruiti prima dell'entrata in vigore della Legge Bucalossi (legge n. 10 del 28 gennaio 1977) che stabilisce come lo *ius edificandi* (diritto di edificare) non sia connesso alla proprietà del suolo, ma spetti all'amministrazione pubblica concederlo all'avente causa. In tale occasione si impose quindi il possesso della concessione edilizia, rilasciato dall'amministrazione pubblica a titolo oneroso e suddiviso in oneri di urbanizzazione (per la creazione di infrastrutture che soddisfino le esigenze delle nuove opere) e oneri di costruzione (imposti per ragioni fiscali e calcolati sul costo di costruzione).

Edifici residenziali invenduti – termini temporali per l'identificazione.

- **Terminati dopo il 2007** – Anno in cui il tasso di assorbimento del mercato dell'80% inizia a repentina contrazione in conseguenza degli effetti della crisi economico-finanziaria¹⁴.

L'obiettivo di definizione di strumenti operativi dedicati assume però, come vedremo in dettaglio nel seguito di questa trattazione, una differente ulteriore connotazione. Infatti, sebbene le due categorie nelle quali è stato suddiviso il patrimonio preso in esame comprendano edifici molto diversi per loro intrinseca natura e gli stessi siano adibiti a due differenti strategie di gestione, possono condividere in larga parte l'impiego di strumenti informativi a supporto dell'archiviazione e dell'utilizzo dei dati che ne definiscono le loro caratteristiche. Entrambi i patrimoni dovranno infatti essere sottoposti a rilievo metrico così come ad indagine conoscitiva. Nel caso del patrimonio invenduto questa fase sarà poi restituita in funzione del *facility management*, nell'altro del progetto. La riqualificazione dell'edilizia obsoleta, come abbiamo già compreso, dovrà comunque generare, insieme alla trasformazione fisica, dati da impiegare nel passaggio successivo di gestione trasparente e consapevole dell'immobile.

Edifici residenziali invenduti

- creazione di un database tridimensionale informativo sullo stato di fatto
- impiego del database con funzioni di *Facility Management* e continua integrazione del patrimonio *as-built*
- progettazione collaborativa dell'intervento di riqualificazione e controllo trasparente del processo al termine dei cicli *swap* sostenibili

Edifici residenziali obsoleti

- creazione di un database tridimensionale informativo sullo stato di fatto
- progettazione collaborativa dell'intervento di riqualificazione e controllo trasparente del processo
- integrazione dei dati rilevati e dei dati di progetto con funzioni di *facility management*

¹⁴ Si rimanda al capitolo 2, con specifico riferimento ai paragrafi 2.2.1 *Analisi del mercato immobiliare nazionale* e 2.2.2 *Analisi del mercato immobiliare regionale*, per una comprensione più approfondita dell'argomento.

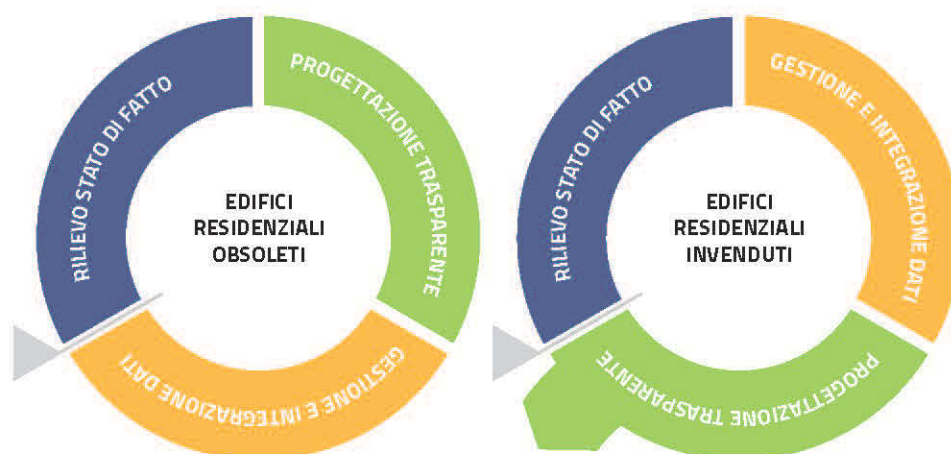


Fig. 4.4 – Schematizzazione del rapporto tra cicli di vita per i due patrimoni residenziali coinvolti nel progetto Smart Swap Building - elaborazione originale

4.2.1 Definizione degli obiettivi del progetto in relazione ai differenti attori

I processi di riqualificazione del patrimonio, sia condotti a scala di singolo edificio che di aggregato urbano, coinvolgono in maniera profonda differenti attori e portatori di interessi. In particolar modo è possibile leggere, nella logica dell'attuale processo, una dicotomia tra chi detiene la proprietà dell'immobile, invenduto o da riqualificare, e chi dovrà operare l'intervento, nella accezione più inclusiva della categoria, dai costruttori ai sistemi di impresa ad esso collegati. In questa tensione tra due opposti si inserisce il ruolo della pubblica amministrazione che, forte del potere di governo del territorio, ha la possibilità di intervenire nell'equilibrio a favore di una delle due parti in virtù del beneficio collettivo che ne consegue¹⁵. La definizione strategica degli obiettivi si pone pertanto come elemento di sintesi degli interessi, che devono risultare tutelati da svariati punti di vista affinché il processo si configuri appetibile.

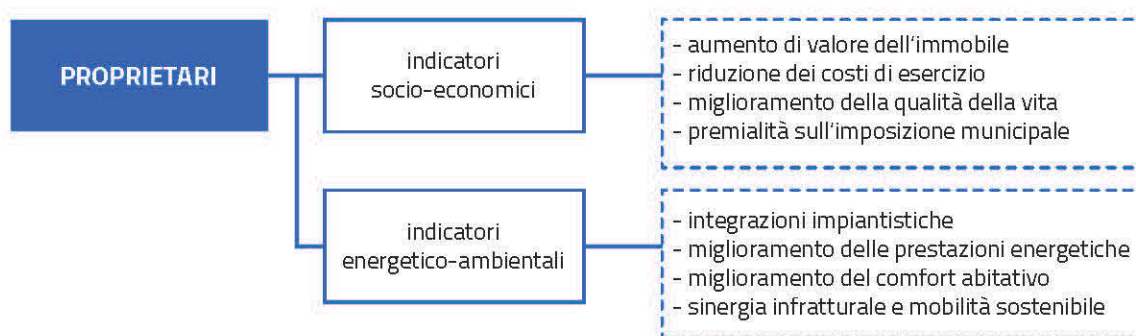


Fig. 4.5 – Schematizzazione degli obiettivi di progetto per i proprietari degli immobili da riqualificare in relazione agli indicatori socio-economici e energetico-ambientali - elaborazione originale

Dal punto di vista dei proprietari che riqualificheranno un immobile obsoleto, i vantaggi che deriveranno dall'operazione dovranno riguardare, in sintesi, l'aumento del valore dell'immobile, al fine di risultare tecnologicamente più efficiente, più sicuro dal punto di vista strutturale, implementato da integrazioni impiantistiche che agiscano sia sull'efficienza energetica che sull'aumento della qualità di vita, dell'accessibilità, del comfort

¹⁵ Cfr. PAGANI R., *Rigenerazione urbana e percorsi di innovazione*, pp. 12-15, in *TECHNE - Journal of Technology for Architecture and Environment - Rigenerazione urbana*, n. 10-2015, SITdA

abitativo e del benessere. Estendendo la riqualificazione a scala urbana, ulteriori benefici potranno risultare in conseguenza della previsione, in sede di progetto, della rigenerazione degli spazi pubblici collegati all'edificio, in sinergia con la rete infrastrutturale (viabilità, aree verdi, servizi di mobilità green, gestione dei rifiuti, sistemi di comunicazione, punti dedicati al *car sharing*, ecc.) e con i servizi di fornitura e gestione energetica (es: sistemi di sfruttamento di energie alternative). Dal punto di vista della sostenibilità economica dell'operazione, la riduzione dei costi di esercizio derivante dalla migliorata classe energetica dell'edificio, oltre ad altri sistemi di sfruttamento degli impianti a energie rinnovabili (come, ad esempio, l'installazione di pannelli fotovoltaici) potrebbe integrare la riduzione dell'imposizione municipale nella logica di una premialità della classe energetica come elemento di promozione per la riqualificazione. A livello teorico, la sommatoria tra costi e ricavi da fonti energetiche rinnovabili, la quantificazione del risparmio energetico sul lungo periodo, detrazioni IRPEF, IMU e TARES (oltre ad altre voci variabili a seconda dell'intervento, come ad esempio la contrattualistica per *car sharing*) dovrebbero essere stimate per bilanciare il costo della operazione al netto del finanziamento.

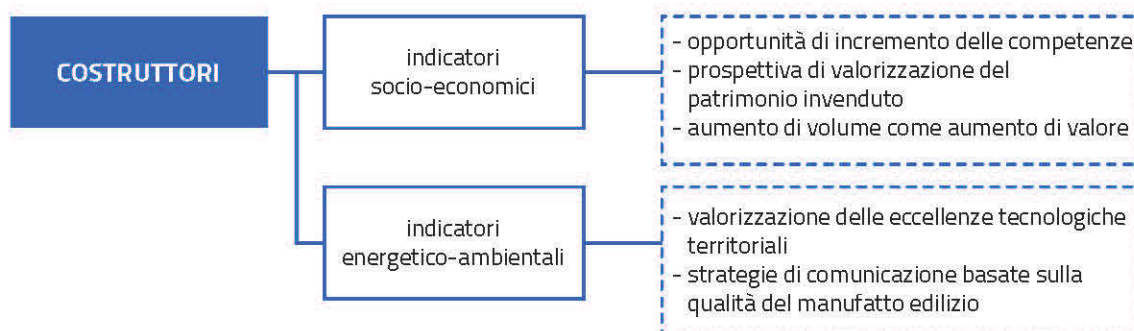


Fig. 4.6 – Schematizzazione degli obiettivi di progetto per i costruttori in relazione agli indicatori socio-economici e energetico-ambientali - elaborazione originale

Considerando il processo di riqualificazione dal lato dei costruttori, la scarsa conoscenza delle nuove tecnologie (impiantistiche, domotiche, strutturali, ecc.) potrebbe però costituire un fattore di criticità in un progetto che punta sugli aspetti innovativi della rigenerazione *intelligente*¹⁶ e sul risparmio energetico. A tal proposito risulta rilevante constatare come buona parte del settore dell'edilizia nazionale e regionale basi ancora la propria strategia di comunicazione di prodotto sulla pubblicizzazione dei meri caratteri distributivi e sulla qualità delle finiture degli immobili, piuttosto che sul reale livello qualitativo del manufatto edilizio, ignorando quasi completamente le caratteristiche tecnico-prestazionali di cui si compone, senza valorizzare le eccellenze tecniche e tecnologiche impiegate, volte soprattutto all'efficienza energetica, alla sicurezza strutturale e al comfort abitativo. Le imprese di costruzione potrebbero però giovare della tendenza delle pubbliche amministrazioni ad incentivare la logica di densificazione del costruito mediante l'aumento di volume senza ulteriore occupazione di suolo e dell'utilizzo dell'invenduto, nei casi in cui sia ancora in carico ai costruttori, come comparti definiti come *swap*; una ulteriore fonte di agevolazione potrebbe derivare da mutui a tassi agevolati per realizzazioni che permettano di raggiungere gli obiettivi europei per il 2020 o contributi per la ricerca di processi di riqualificazione innovativi. Infatti il coinvolgimento delle imprese in un'operazione come quella prevista da *Smart Swap Building* comporta anche un valore aggiunto dal punto di vista dello sviluppo e dell'applicazione di nuove tecnologie, anche di cantiere e di impiantistica, come volano economico e occupazionale.

Di conseguenza, sulle amministrazioni comunali potrebbero ricadere i benefici di politiche per una riqualificazione urbana flessibile e programmabile così come la riduzione dei livelli di CO₂ in risposta agli obiettivi europei del Piano 20 20 20¹⁷, grazie alla disponibilità di strategie di risparmio energetico e aumento di produzione energetica da fonti rinnovabili, di mobilità *smart* e condivisa oltre a sistemi di gestione intelligente dei rifiuti

16 Cfr. PAGANI R., *Efficienza energetica e innovazione nei sistemi urbani: i trend che sfidano la crisi*, pp. 54-61, in *TECHNE - Journal of Technology for Architecture and Environment - Oltre la crisi*, n. 1-2011, SITdA.

17 Il piano, contenuto nella Direttiva 2009/29/CE, è entrato in vigore nel giugno 2009 e sarà valido dal gennaio 2013 fino al 2020. Si tratta dell'insieme delle misure pensate dalla UE per il periodo successivo al termine del Protocollo di Kyoto, il trattato realizzato per il contrasto al cambiamento climatico che trova la sua naturale scadenza al termine del 2012.

collegati grazie ad infrastrutture ICT¹⁸. La valorizzazione della quota di utilizzo di fonti energetiche rinnovabili in ambito residenziale e della CO2 *Burden Sharing*, ovvero la ripartizione regionale della quota minima di incremento dell'energia prodotta con fonti rinnovabili, in vista degli obiettivi europei prefissati per il 2020, la riduzione dell'inquinamento e dell'impatto ambientale in generale, il valore della razionalizzazione dei costi della raccolta porta a porta e differenziata e il valore della partecipazione del cittadino alla gestione rappresentano possibili voci positive nel bilancio dell'operazione per la pubblica amministrazione.

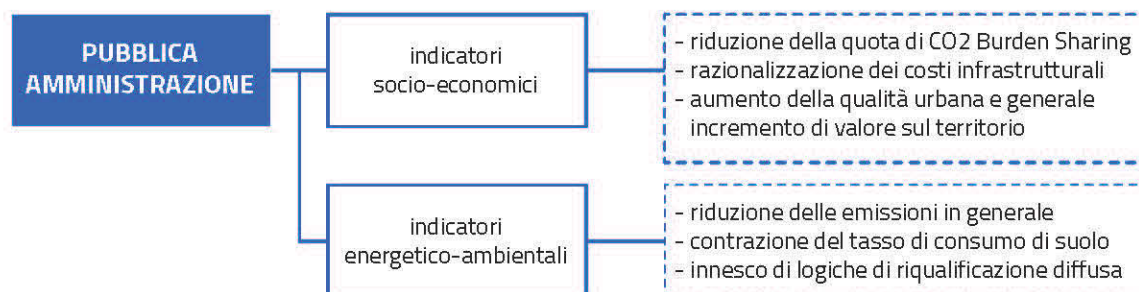


Fig. 4.7 – Schematizzazione degli obiettivi di progetto per la pubblica amministrazione in relazione agli indicatori socio-economici e energetico-ambientali - elaborazione originale

In generale, a livello regionale è di primario interesse affrontare nuovi modelli di business, basati presumibilmente sull'inversione della fiscalità urbana, per inserire logiche di premialità nei confronti di chi decide di investire sulla riqualificazione dell'esistente. La strategia territoriale dovrà puntare a un approccio comune per il settore delle costruzioni nel suo complesso, al fine di incentivare la riqualificazione profonda per il recupero del patrimonio edilizio esistente, la rigenerazione urbana, le strategie di demolizione e ricostruzione e di *retrofit* del parco degli edifici residenziali¹⁹.

4.2.2 Descrizione dell'ipotesi di processo

Dal punto di vista operativo, il processo *Smart Swap Building* può essere suddiviso in sei fasi principali, in relazione alla loro configurazione temporale e al rapporto tra attori coinvolti nel *workflow*:

1. identificazione del patrimonio da riqualificare e di quello invenduto;
2. negoziazione del contratto con proprietari, gestori degli immobili e residenti;
3. trasloco verso edifici *swap*;
4. apertura e gestione del cantiere fino al completamento degli edifici;
5. rientro dei residenti negli immobili riqualificati;
6. definizione di sistemi avanzati di gestione degli immobili e ripristino degli appartamenti *swap*.

Lo schema riportato nella pagina successiva si configura come descrizione infografica per l'identificazione delle fasi di processo con duplice finalità. Da un lato è possibile riassumere visivamente il processo descritto per un confronto mediante le strategie del *visual management* tipiche della metodologia *lean*²⁰, dall'altro l'identificazione di un linguaggio grafico di rapida ed intuitiva comunicazione permette la diffusione e la divulgazione dell'innovazione ad un pubblico ampio²¹.

18 Cfr. BURDETT R., *Infrastrutture, spazio pubblico ed edilizia di alta qualità nei processi di rigenerazione urbana a Londra*, pp. 19-23, in *TECHNE - Journal of Technology for Architecture and Environment - Rigenerazione urbana*, n. 10-2015, SITdA

19 Cfr. BELPOLITI V., BOARIN P., DAVOLI P., MARZOT N., *Costruire nel costruito: il riciclo urbano come strategia di rigenerazione sistemica del tessuto consolidato*, pp.186-194, in *TECHNE - Journal of Technology for Architecture and Environment - Rigenerazione urbana*, n. 10-2015, SITdA

20 Cfr. KOSKELA L., HOWELL G., BALLARD G., TOMMELEIN I., *Foundations of Lean Construction*, in BEST R., DE VALENCE G., *Design and Construction: Building in Value*, Butterworth-Heinemann, Elsevier, Oxford, 2002- Si rimanda inoltre, per approfondimento, al paragrafo 4.3.4 Risultati operativi dei tavoli tecnici di confronto sull'ipotesi di processo per l'applicazione della metodologia *lean* mediante l'applicazione della *Value Stream Map*.

21 Per approfondimento sulle logiche rappresentative e sul linguaggio rappresentativo di processo si rimanda al capitolo 8. Più nello specifico alla sezione 8.2 La rappresentazione infografica per l'innovazione di processo.

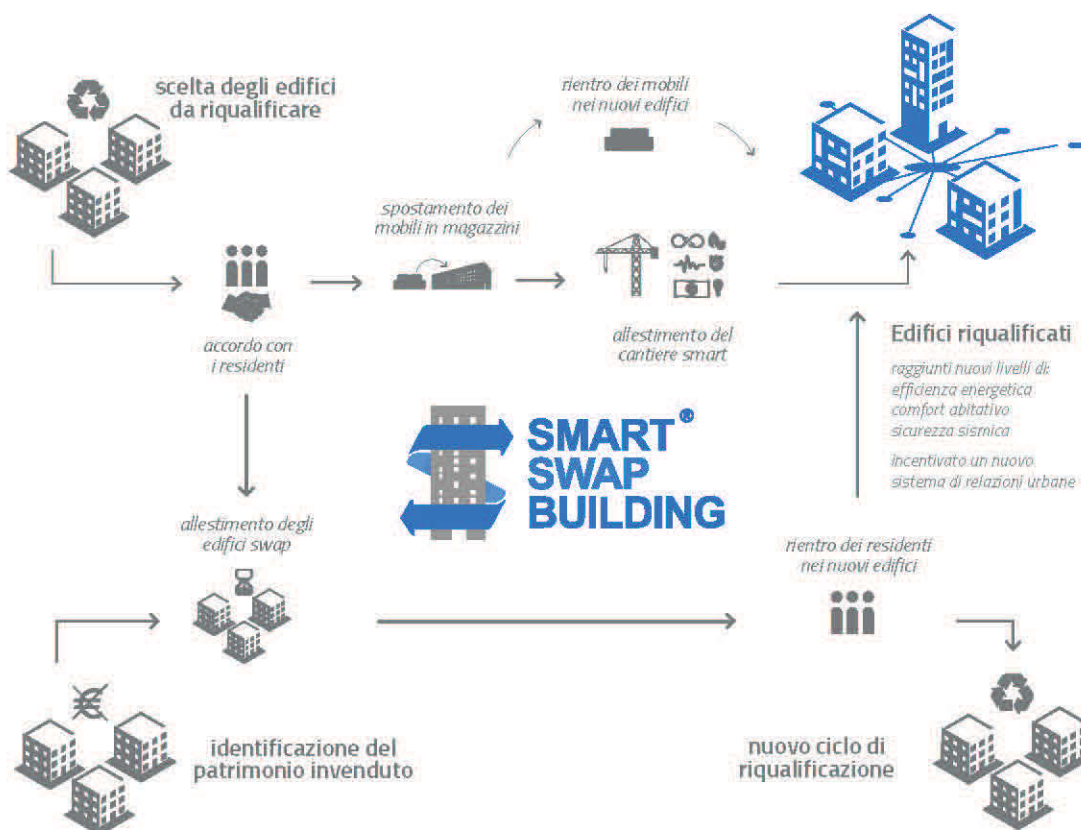


Fig. 4.8 – Schematizzazione del processo Smart Swap Building in rapporto alle principali fasi del progetto - elaborazione originale

1. La fase di avvio del processo prevede il diretto coinvolgimento dei proprietari o degli inquilini (in dipendenza della tipologia di edificio su cui intervenire) al fine di individuare il patrimonio da riqualificare attraverso forme inclusive di partecipazione basate sulla spiegazione dettagliata dell'intervento dal punto di vista tecnologico, in particolare in merito alla sicurezza e all'efficienza energetica e, di conseguenza, all'aumento del valore dell'immobile, alla riduzione dei costi di esercizio e dei servizi integrati anche a livello di isolato urbano (mobilità, verde pubblico, accessibilità, gestione dei rifiuti, ecc.). La capacità di riscontrare, mediante operazioni con impatto mediatico, il consenso e l'interesse per un vasto numero di riqualificazioni è direttamente proporzionale alla possibilità di innescare economie di scala così come ricadute a livello di impatto urbano. Parallelamente, grazie all'impegno dei costruttori, l'identificazione di edifici di nuova costruzione non assorbiti dal mercato, aree urbane da utilizzare come *scambiatori*, consente la programmazione delle operazioni di trasferimento di persone e beni durante lo svolgimento del cantiere per l'allestimento di cantieri ottimizzati nelle tempistiche.
2. La fase preliminare prevede la negoziazione del contratto con inquilini e proprietari dal punto di vista del quadro dei finanziamenti e degli oneri per il contraente, della logistica complessiva dell'operazione e della definizione e condivisione del progetto di riqualificazione, anche in termini di servizi garantiti e tariffe di gestione rifiuti e energia, oltre che di tutte le specifiche personalizzazioni richieste per l'edificio di nuova costruzione. La capacità programmatica della compagine progettisti-costruttori di considerare la complessità dei fattori coinvolti nell'operazione secondo logiche non tradizionali fornisce ai proprietari, da un lato, la possibilità di effettuare una scelta sulla base di un ritorno dell'investimento dai tempi certi e ragionevoli, così come, dall'altro lato, rende possibile l'identificazione trasparente del rischio di impresa minimizzando le incertezze del processo.
3. La fase di trasloco verso gli edifici *swap* individuati consiste nello spostamento di tutti gli inquilini e dei beni verso gli appartamenti *scambiatori* già arredati, mentre il trasloco dei mobili, degli arredi e degli elettrodomestici viene gestito attraverso il trasferimento in depositi sicuri. Al tempo stesso gli edifici *swap* possono essere attrezzati con componenti standardizzati e di qualità, in virtù delle logiche di scala precedentemente enunciate.
4. Quando persone, beni e arredi sono trasferiti, inizia la fase di cantiere, la cui gestione deve prevedere la conclusione dei lavori in tempi certi, stimabili nell'arco di 12-14 mesi dall'inizio delle operazioni. Dal punto di vista di una generale ottimizzazione in termini di efficienza ed impatto ambientale, il cantiere di demolizione degli edifici

obsoleti ed energivori rappresenta una delle fasi centrali del progetto. La gestione ecosostenibile del progetto è quindi da intendersi a livello globale: dalle fasi di progettazione, fondamentali per garantire il rispetto delle tempistiche previste e la logistica del cantiere, alla gestione di un cantiere intelligente che valorizzi i materiali da demolizione, fino all'utilizzo di materiali, tecnologie e impianti innovativi ed ecocompatibili che garantiscano un basso impatto ambientale e una gestione energetica sostenibile.

Il progetto prevede infatti il raggiungimento, a seguito dell'intervento, della classe energetica A o superiore e, nei casi in cui si raggiunga la demolizione e ricostruzione, l'aumento della cubatura senza ulteriore consumo di suolo in misura concordata con la gestione locale del territorio, fino alla possibilità di ottenere alloggi addizionali che possano essere gestiti dai costruttori come strumento per diminuire i costi a carico dei proprietari degli alloggi da riqualificare. Inoltre, valorizzando tutti i materiali di smantellamento, i cosiddetti rifiuti da Costruzione & Demolizione (C&D), è possibile ottenere una migliore gestione del cantiere al fine di minimizzare gli impatti ambientali e massimizzare l'uso delle risorse, ridefinendo al contempo il tipo di rifiuto e quindi la gestione delle discariche edili. L'obiettivo è quello di aumentare il tasso di recupero di materiali provenienti da rifiuti di C&D, raggiungendo la quota di riciclaggio globale del 70%, come stabilito dalla direttiva quadro sui rifiuti²², e favorire lo sviluppo economico e i vantaggi ambientali connessi con il trattamento dei rifiuti C&D.

A tal proposito, per la regione Emilia-Romagna il Piano Energetico Regionale (PER)²³, in diretto rapporto con la L.R. 26/2004 (disciplina della progettazione energetica territoriale ed altre disposizioni in materia di energia), e la L.R. 6/2009 (pianificazione territoriale e urbanistica sostenibile), la legge 339, interventi urgenti per il rilancio dell'economia e la riqualificazione energetico-ambientale del patrimonio edilizio, definiscono la direzione per il 2020. Il progetto sugli edifici che necessitano di essere riqualificati prevede un intervento a scala di isolato o di quartiere, rigenerando il comparto urbano in termini di collegamento con le infrastrutture, viabilità, servizi, spazi verdi, allacciamento alle reti impiantistiche e sensoristiche, integrando servizi innovativi per il quartiere quali il *car sharing* e la gestione automatizzata dei rifiuti urbani.

5. A conclusione del cantiere, il processo prevede poi, insieme al rientro dei residenti, anche quello eventuale di arredi e beni; i residenti riprenderanno possesso, in meno di 18 mesi complessivi, di un alloggio inserito in un immobile adeguato ai più elevati standard edilizi. L'applicazione di certificazioni energetiche e prestazionali volontarie si configura inoltre come certificazione del valore aggiunto dell'immobile e del valore dell'operazione intrapresa.

6. Parallelamente al ripristino degli edifici *swap*, che potranno essere utilizzati per ulteriori cicli di riqualificazione, è necessario sottolineare come il percorso di riqualificazione non si esaurisca in questa fase. Il progetto *Smart Swap Building* prevede infatti l'innescio di logiche avanzate di *Facility Management* mediante l'applicazione di sistemi dinamici digitali per la gestione dell'immobile. Inoltre l'implementazione di tali sistemi di monitoraggio in entrambi i patrimoni permette da un lato la verifica di reale sostenibilità di cicli aggiuntivi di riqualificazione per gli immobili *swap* e dall'altro facilita la programmazione degli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria negli edifici riqualificati per il mantenimento dei livelli prestazionali e di comfort raggiunti.

Dal punto di vista della gestione del processo complessivo e della tempistica prevista per la realizzazione degli edifici *smart*, la fase che presenta maggiori criticità potenziali è quella relativa alla scelta degli edifici su cui intervenire e al coinvolgimento dei proprietari e degli inquilini. In termini di sostenibilità dell'intervento, operare su un gruppo di edifici anziché su un edificio singolo comporta una generale ottimizzazione del processo, una drastica riduzione dell'impatto ambientale oltre che un notevole vantaggio economico e una migliore gestione del progetto allargato a scala di isolato urbano.

22 "Tackling the challenges in commodity markets and on raw materials" – comunicazione da parte della Commissione al Parlamento Europeo e al Consiglio, Brussels, 02.02.2011 – <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0025:FIN:EN:PDF> (online 10.02.2016)

23 Per approfondimento si rimanda al capitolo 2, nello specifico 2.3.1 *Individuazione degli obiettivi europei e loro recepimento nazionale*

4.2.3 Opportunità e criticità per l'innovazione di processo

Se quanto espresso in sede di analisi dello stato dell'arte sottolinea la necessità di risposte a sfide socio-economiche o energetico-ambientali come l'*up-grade* del panorama edilizio o la riduzione del consumo del suolo, il quadro normativo in materia edilizia non si dimostra, allo stato attuale, altrettanto pronto ad accogliere tale innovazione di processo nonostante, al tempo stesso, i più recenti provvedimenti stiano contribuendo a delineare uno scenario promettente per il futuro più prossimo.

A tal proposito si faccia riferimento al Decreto del Fare (D.L. n. 69/2013, convertito in legge 9 agosto 2013, n. 98) che rimuove dall'elenco degli interventi sottoposti al permesso di costruire quelli di ristrutturazione edilizia che modificano la sagoma, potendosi realizzare con la SCIA (Segnalazione Certificata Inizio Attività). Le ristrutturazioni che consistono nella demolizione e ricostruzione dell'edificio con una forma diversa, ma con lo stesso volume, non richiederanno il permesso di costruire, ma potranno usufruire della procedura semplificata in base alla quale i lavori potranno iniziare nello stesso giorno in cui viene presentata la domanda. Tale opportunità andrà però confermata dai singoli comuni che, con propria delibera, dovranno individuare le aree in cui sarà possibile rendere sufficiente la SCIA per interventi di demolizione e ricostruzione con modifiche di sagoma. Nell'ottica di applicabilità del progetto *Smart Swap Building*, che pone l'attenzione su un patrimonio edilizio caratterizzato da scarsi standard abitativi ed energetici associati a bassa qualità architettonica, è chiaramente comprensibile come l'eliminazione del vincolo di sagoma per demolizioni e ricostruzioni sottoposte a SCIA sia una chiara agevolazione per l'intera fattibilità del processo.

La complessità del processo descritto e il coinvolgimento di tre categorie di attori principali suddivisibili in proprietari, imprese di costruzioni e pubblica amministrazione, comunale e regionale, impone importanti riflessioni sulla fattibilità dell'operazione. I proprietari, organizzati in un complesso e disomogeneo panorama, tra privato e pubblico, tra proprietà divisa e indivisa, pone l'attenzione sulla definizione delle necessarie strategie da adottare. Da un lato è necessario comprendere a quali soggetti, suddivisi per natura e disposizione, è in carico la proprietà dell'immobile da riqualificare e dall'altro quelli ai quali è in carico la proprietà del patrimonio inventato. Ai primi è presumibile possa essere allocato il rischio dell'operazione mentre per i secondi è necessario comprendere quali logiche possano contrastare il deprezzamento di un patrimonio nuovo messo a disposizione come alloggio temporaneo. Il raggiungimento di un punto di equilibrio tra operazione economica e finanziaria è la risposta al tema della proprietà e alla relativa allocazione del rischio. Dal lato economico la demolizione e ricostruzione crea produzione di valore che deve vedere, dall'altro, la necessaria copertura di natura finanziaria, bilanciando quindi in modo sostenibile la liquidità dell'investitore. È inoltre necessario definire un costo certo di intervento, secondo i requisiti in precedenza descritti, per poter stimare, caso per caso, il valore dell'edificio ricostruito: questo, infatti, confrontato con il valore antecedente alla demolizione addizionato dei costi dell'operazione *Smart Swap Building*, al netto del risparmio garantito dal surplus prestazionale, è in grado di fornire il tempo di ritorno dell'operazione. Definito questo passaggio, metodologicamente comune ma da valutare nei vari casi caso per caso, risulterà più chiara la comprensione dei più adeguati strumenti di finanziamento del progetto e la relativa accessibilità da parte dei soggetti coinvolti.

4.3 Verifica dell'ipotesi di processo e confronto con i portatori di interessi

Data la complessità di riflessioni legate alla proposta di riorganizzazione di un intero processo edilizio, dalla negoziazione dell'intervento, alla realizzazione degli immobili e alla loro immissione sul mercato, è risultato fondamentale, al fine dell'evoluzione della ricerca, il ruolo svolto dalle strutture di Aster e della Rete Alta Tecnologia Emilia-Romagna (E-R).

La presente ricerca si focalizza principalmente nell'identificazione della filiera digitale definita in metodi e strumenti informativo-rappresentativi a supporto dell'innovazione di processo per la riqualificazione del patrimonio residenziale. La stesura di questo rapporto di ricerca, sebbene si configuri come prima pubblicazione strutturata riferibile al *workflow Smart Swap Building*, non esaurisce ulteriori ambiti di ricerca aperti dall'ipotesi formulata, attualmente in fase di approfondimento o già parzialmente affrontati in singole pubblicazioni settoriali²⁴. Il progetto *Smart Swap Building* è già stato inoltre depositato come marchio registrato: il logo, qui di seguito riportato, è stato elaborato su commissione di Aster nell'ambito della presente ricerca²⁵.



Il marchio è composto da un pittogramma e un logotipo.

Il pittogramma, sulla sinistra, è composto dalla stilizzazione di un edificio multipiano di colore grigio (PANTONE P 179-6 C) avvolto da un nastro verde (esterno: PANTONE P 157-8 C, interno: PANTONE P 157-6 C) che termina con due frecce opposte.

Il logotipo, sulla destra, consiste nella dicitura "SMART SWAP BUILDING", disposta su tre righe, una per parola, allineate a sinistra a bandiera. Il logotipo è di colore verde, "SMART" e "BUILDING" di tonalità più scura (PANTONE P 157-8 C) rispetto a "SWAP" (PANTONE P 157-6 C).

Fig. 4.9 – Marchio registrato *Smart Swap Building* e sua descrizione, nella versione ufficiale depositata, identificante il progetto strategico di Aster - elaborazione originale

4.3.1 Il ruolo di facilitatore di Aster e della Rete Alta Tecnologia E-R

Aster si configura come società consortile tra la Regione Emilia-Romagna, le Università, gli Enti pubblici nazionali di ricerca CNR, ENEA, INFN e il sistema regionale delle Camere di Commercio che, in partnership con le associazioni imprenditoriali, promuove l'innovazione del sistema produttivo attraverso la collaborazione tra ricerca e impresa, lo sviluppo di strutture e servizi per la ricerca industriale e strategica e la valorizzazione del capitale umano impegnato in questi ambiti. Al tal fine Aster ricopre il ruolo di coordinamento della Rete Alta Tecnologia dell'Emilia-Romagna, costituita da 89 laboratori di ricerca e centri per l'innovazione, e organizzata in Piattaforme Tematiche che operano su aree d'interesse prioritarie per il sistema produttivo regionale: alta tecnologia meccanica, ambiente, sviluppo sostenibile ed energia, agroalimentare, edilizia e materiali da costruzione, scienze della vita e della salute, tecnologie dell'informazione e della comunicazione. In forza di questo ruolo, sebbene Aster non possieda proprie strutture di ricerca, si pone come ente facilitatore per il confronto tra competenze interdisciplinari di ricerca e il loro trasferimento tecnologico verso il sistema regionale dell'impresa. Proprio a tale scopo, oltre alle strutture di coordinamento settoriali, Aster ha creato una speciale ripartizione, come quella dedicata ai progetti strategici e coordinata dall'Ing. Francesco Paolo Ausiello, ideatore di questo stesso progetto, rivolta in particolare alla multidisciplinarietà e al confronto con le strutture imprenditoriali.

Il progetto *Smart Swap Building* dimostra infatti, in ogni fase del processo, la necessità di puntuali e specifici elementi di approfondimento e verifica per trovare soluzioni a specifiche criticità, al fine di volgere il progetto ad una concreta fattibilità. Allo stato attuale il principale laboratorio di ricerca e trasferimento tecnologico coinvolto nel progetto strategico è il TekneHub dell'Università degli Studi di Ferrara, afferente alla Piattaforma Costruzioni regionale.

24 AUSIELLO F.P., MAIETTI F., MEDICI M., *Smart Swap Building - Strategie per riqualificare l'esistente*, op. cit.

25 Per approfondimento sulla genesi del logotipo si rimanda al capitolo 8

4.3.2 Identificazione dei principali interlocutori nella filiera regionale

Grazie al ruolo di facilitatore di Aster sono stati quindi coinvolti attori pubblici e privati per verificare l'interesse del sistema imprenditoriale regionale nel progetto (fig. 4.10) e verificarne la fattibilità. La disponibilità a collaborare alla definizione e alla verifica del nuovo *workflow* da parte di diversi operatori specializzati ha permesso di applicare una reale strategia di confronto strutturata secondo tavoli tecnici.

Tipologia di stakeholder	Realtà territoriali coinvolte
PROGETTISTI e COSTRUTTORI Associazione di categoria	Legacoop - Lega Nazionale delle Cooperative e Mutue
PROGETTISTI Società di architettura e ingegneria	Politecnica, Tecnicoop
COSTRUTTORI	CCC - Consorzio Cooperative Costruzioni, Cooperativa Ansaloni
COMMITTENTI sistemi di finanziamento	Harley&Dikkison Finance
COMMITTENTI/GESTORI Azienda Casa E-R	ACER Reggio Emilia, ACER Ferrara

Fig. 4.10 – Tabella identificante le realtà territoriali coinvolte nel confronto sul processo Smart Swap Building, suddivise rispetto alla tipologia di stakeholder.

In una prima fase è stato aperto il dialogo nei confronti del sistema regionale di *stakeholder* qualificati al fine di vagliare il panorama del patrimonio invenduto e della reale fattibilità di intervento sul costruito. La discussione nei tavoli tecnici (fig. 4.11), che ha visto la partecipazione del sistema dei progettisti e dei costruttori, è stata perciò indirizzata, sulla base della sintesi degli indicatori precedentemente delineati, alla definizione di costi e tempi certi di riqualificazione profonda o interventi di demolizione e ricostruzione.

Tavolo Tecnico	Tematiche
1° tavolo tecnico 24 settembre 2013	Primo confronto informativo sulla tematica ed definizione dell'impostazione dei lavori alla presenza di tutti gli <i>stakeholder</i> qualificati
2° tavolo tecnico 23 ottobre 2013	Primi contributi per la definizione di un documento condiviso sull'ipotetico costo di riqualificazione profonda o demolizione e ricostruzione in linea con il <i>workflow</i> procedurale definito
3° tavolo tecnico 13 dicembre 2013	Redazione di un documento condiviso definitivo alla luce dei confronti emersi in seguito al secondo tavolo. All'interno del documento sono stati inoltre indicati i limiti e le questioni irrisolte per giungere ad una maggiore capacità previsionale

Fig. 4.11 – Tabella riassuntiva delle tematiche di discussione affrontate nei Tavoli Tecnici Smart Swap Building svolti.

4.3.3 Analisi del rapporto tra gli attori coinvolti e il tema della proprietà

Sia che il processo *Smart Swap Building* venga declinato secondo la logica di riqualificazione profonda o di demolizione e ricostruzione, lo svolgersi dell'operazione comporta in tutti i casi l'allontanamento dei residenti dagli immobili. Se dal punto di vista strategico, al fine di innescare meccanismi virtuosi di intervento sul costruito per garantire una maggiore qualità, caratteristiche prestazionali migliorate e tempi certi di intervento, è comprensibile come questo porti vantaggi alla realizzazione del progetto, di contro è necessario scontrarsi con il tema della proprietà. Ad oggi, secondo i dati dell'Agenzia delle Entrate²⁶, quasi l'80% delle famiglie italiane possiede una casa a dimostrazione che la grande frammentazione della proprietà si configura come uno degli elementi di maggiore criticità. Al tempo stesso l'attuale profilo delle professioni dedicate all'amministrazione condominiale non è ancora in grado di apportare significativi contributi al coordinamento dei proprietari o alla loro protezione

²⁶ OSSERVATORIO DEL MERCATO IMMOBILIARE, *Rapporto Immobiliare 2015. Il settore residenziale*, Agenzia delle Entrate, 2015

a causa della scarsa conoscenza delle nuove tecnologie.

È chiaro come, guardando al mondo anglosassone dove il sistema della proprietà è più centralizzato e i tassi di rinnovamento del patrimonio di conseguenza più elevati, possa essere interessante in questa fase della ricerca rivolgersi a sistemi di proprietà indivisa capaci di gestire in maniera decisamente più agevole le dinamiche sociali di coinvolgimento dei residenti negli edifici da riqualificare. Alla luce di queste considerazioni sono stati infatti avviati confronti istituzionali, sempre grazie alla supervisione di Aster, con Acer Ferrara e Acer Reggio Emilia: quest'ultima ha messo a disposizione, come vedremo successivamente, dati su processi di trasformazione del patrimonio per la definizione di un caso applicativo²⁷.

Al tempo stesso però non si è voluto ignorare la gran parte del patrimonio caratterizzante i nostri aggregati urbani e un ulteriore tavolo di confronto è stato avviato con *arranger finanziari* operanti nel settore con appositi prodotti creditizi. È il caso della partnership avviata con Harley&Dikkison Finance che grazie al prodotto denominato Credito Condominio offre finanziamenti agevolati a sostegno delle spese per interventi di manutenzione straordinaria o interventi innovativi²⁸. Attraverso prodotti di questa tipologia è quindi il condominio stesso a configurarsi come soggetto finanziabile che, di conseguenza, può avvantaggiarsi di una esecuzione lavori più rapida ed economica, anche e soprattutto nei casi di lavori di ristrutturazione completa come quelli proposti attraverso *Smart Swap Building*. È chiaro però come parallelamente sia necessaria l'evoluzione della figura dell'amministratore di condominio che in quanto ordinatore di spesa deve dotarsi di strumenti per poter guidare in maniera consapevole l'assemblea condominiale, tutelandone il patrimonio ed interpretandone correttamente le esigenze.

4.3.4 Risultati operativi dei tavoli tecnici di confronto sull'ipotesi di processo

Durante il confronto operativo svolto in occasione dei tavoli tecnici si è proceduto ad individuare ed organizzare, attraverso la redazione di una *Value Stream Map*²⁹, l'intero flusso di lavoro del progetto per comprendere, insieme agli attori della fase di costruzione/intervento, il rapporto tra criticità e valore aggiunto. Troppo spesso infatti un'approfondita conoscenza settoriale del proprio ambito di intervento porta a trascurare e ritenere superflua la mappatura dei flussi sulla scorta del pregiudizio di aver già compreso le criticità esistenti. La traduzione visuale della conoscenza specialistica, in particolar modo se condivisa con altri operatori, porta invece ad una incrementata capacità di individuare gli sprechi attraverso il percorso di creazione del valore e in tal modo definirne azioni sistematiche di risoluzione.

Durante lo svolgimento della fase di operativa di confronto basata sulla base grafica della mappa elaborata, è stato chiesto agli interlocutori di individuare 3 elementi (fig. 4.12):

- *scelte* - momenti in cui uno o più attori della filiera si trovano a prendere una decisione inerente l'indirizzo complessivo del processo;
- *criticità* - elementi che a causa di pratiche comuni, decisioni obbligate o mancanza di informazioni portano uno o più attori della filiera a effettuare azioni superflue o evitabili;
- *valore aggiunto* - azioni e lavorazioni, svolte da singoli attori o concertate, capaci di creare valore all'interno dell'intero processo

Dall'implementazione di tale strumento *lean* in fase di confronto si può ritenere che siano emersi alcuni importanti aspetti. Estendendo, secondo una visione complessiva ora più chiara, quanto individuato sulle specificità di attori rappresentanti la filiera regionale, è possibile affermare quanto segue.

27 Per approfondimento si rimanda al caso applicativo esposto nel capitolo 7. Nello specifico 7.4 Test-bed: comparto urbano di social housing | prima casa a proprietà indivisa | demolizione, ricostruzione e gestione

28 Per approfondimento si rimanda al capitolo 5. Nello specifico 5.2 Analisi degli strumenti normativi e creditizi per la riqualificazione sulla base degli indicatori socio-economici individuati

29 La Value Stream Map o mappatura del flusso del valore è il primo, e forse più importante, strumento Lean. È il primo da utilizzare in ordine di tempo, perché indica dove è più opportuno applicare gli altri, ed è fondamentale per il successo dell'implementazione, perché permette di costruire un solido e comprensivo piano di azione - YU H., TWEED T., AL-HUSSEIN M., NASSERI R., *Development of Lean Model for House Construction Using Value Stream Mapping*, in Journal of Construction Engineering and Management, Agosto 2009.

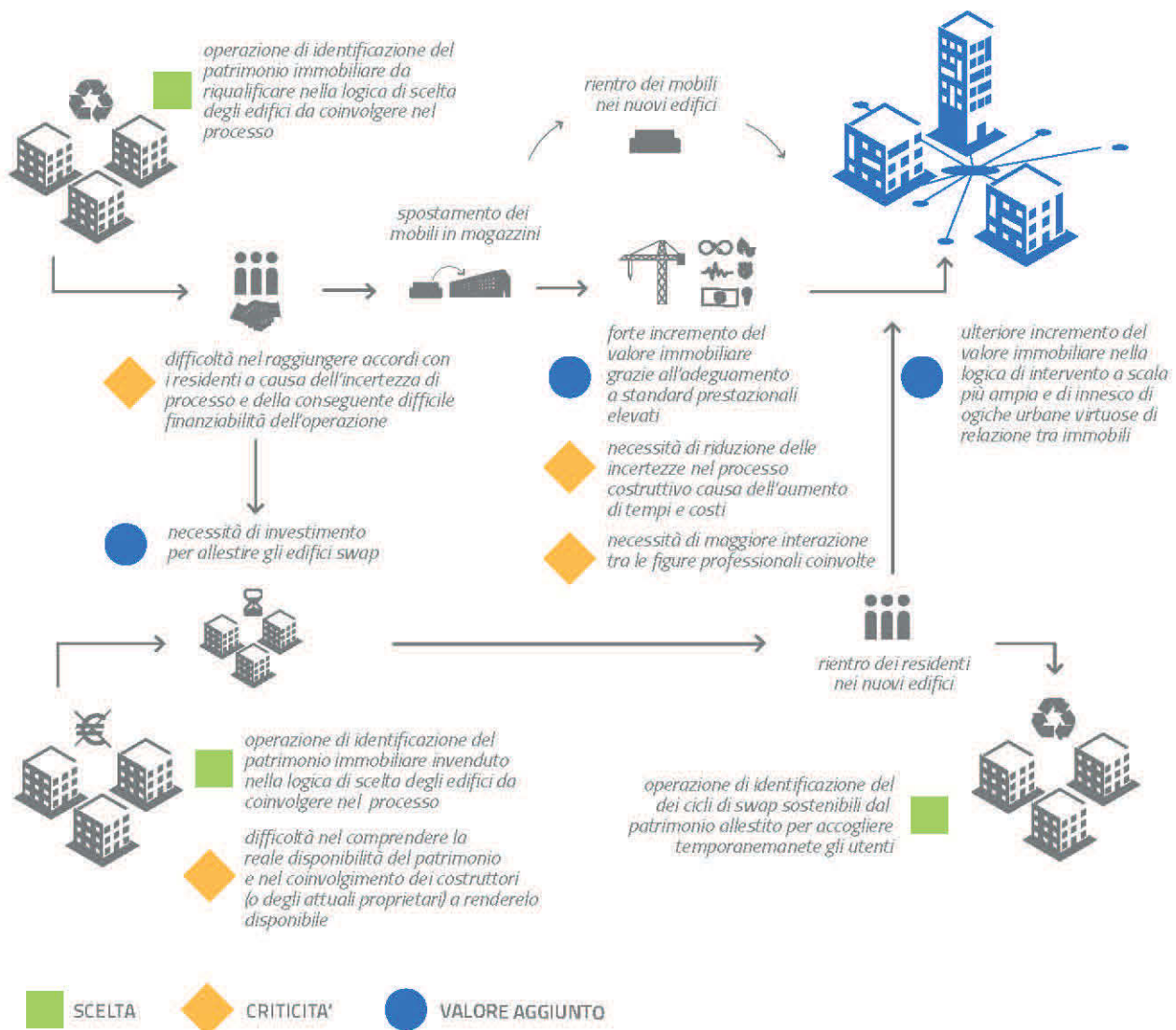


Fig. 4.12 – Applicazione della metodologia della Value Stream Map sulla schematizzazione del processo Smart Swap Building per l'identificazione delle fasi di scelta, delle fasi critiche e di quelle a valore aggiunto - elaborazione originale

L'abilità di sviluppare un insieme di documenti che rispondano correttamente ai requisiti del programma funzionale e che configurino una reale certezza di realizzabilità all'interno del budget stimato è stata citata dagli interlocutori come il principale elemento di verifica per gli elaborati prodotti da un team di progettazione. Questo è inoltre rafforzato dal fatto che tali documenti divengano, nella fase successiva, la base fondante per la verifica dello stato di avanzamento dei lavori e pertanto da questi dipenda il successo del progetto. Parallelamente l'abilità di risolvere le problematiche che possano emergere attraverso il lavoro in team senza gravare su committente a livello decisionale ed economico è altrettanto importante. La possibile mancanza di approccio collaborativo tra le figure professionali non è derivante, per quanto emerso, dalla non mancanza di predisposizione al confronto ma, il più delle volte, da una difficoltà nel confrontare i dati posseduti tra le varie figure in maniera sicura e in modo da permettere un'assunzione di responsabilità consapevole sulle scelte.

Non è stato invece possibile raccogliere un sufficiente quantità di dati da configurare in qualità di campione significativo sulla percentuale di costi di costruzioni aumentati a causa di errori progettuali ed omissioni: la limitata estensione del campione di indagine ha permesso, ad ogni modo, di stimare che almeno la metà degli errori dovuti a scarsa conoscenza della situazione esistente (*as-built*) ed omissioni progettuali, ovvero della loro traduzione in elaborati comprensibili, portino ad un aumento significativo dei costi di costruzione. Nonostante il raggiungimento della perfezione nella redazione dei documenti sia ritenuto impossibile dalla totalità gli interlocutori, allo stato attuale il livello raggiunto è molto distante da tale utopico obiettivo e miglioramenti significativi sono già attendibili nell'implementazione di limitate correzioni al flusso di lavoro tradizionale.

Nello svolgimento successivo della ricerca³⁰ si è però ritenuto opportuno raccogliere ulteriori dati attraverso metodi indiretti, facendo riferimento alle principali indagini di settore al fine di configurare una ambito conoscitivo di maggiore validità scientifica.

È possibile affermare, in conclusione dei tavoli tecnici condotti, che quanto riscontrato a livello di stato dell'arte sia confermato anche dall'esperienza empirica degli attori coinvolti nella fase preliminare del progetto *Smart Swap Building*. Gli attori che intervengo nel flusso delle costruzioni denunciano chiaramente la mancanza della trasmissione di dati certi lungo il percorso costruttivo: se questo, da un lato, non è percepito come un ostacolo insormontabile per la conclusione dell'opera e non metta a repentaglio qualità e sicurezza perché privilegiate, almeno per quanto riguarda il campione di confronto, nella maggior parte delle scelte da operare per sanare eventuali errori commessi in fase progettuale, è d'altra parte evidente invece come costi e tempistiche risentano pesantemente di tali lacune.

L'introduzione di sistemi informativi di gestione dei dati di progetto e costruzione potrebbe pertanto giovare all'intero processo realizzativo e permettere, una volta risolte le conseguenze su costi e tempistiche, di spostare ulteriori risorse su qualità e sicurezza. Gli ulteriori confronti condotti con Harley&Dickinson Finance, Acer Reggio Emilia e Acer Ferrara, in qualità di *stakeholder* qualificati rappresentanti il sistema della committenza, hanno confermato tali necessità. Procedure basate sui dati al fine di minimizzare l'incertezza di processo sono quanto un *arranger finanziario* cerca per agevolare le procedure di finanziamento: maggiore controllo di costi e tempi, così come diminuzione degli errori o aumentata capacità di risolverli senza aggravii, sono la risposta ai criteri ostativi per accedere a fondi per la riqualificazione del proprio condominio³¹. Dall'altro lato entrambe le sedi di Azienda Casa Emilia-Romagna stanno intraprendendo percorsi per informatizzare le procedure di gestione e controllo degli immobili e hanno dichiarato la necessità che lo stesso dato progettuale e costruttivo venga a loro trasferito per ridurre lo spreco di tempo e mezzi nella ricostruzione di uno stato di fatto ai fini gestionali e investire sulle sole attività a valore aggiunto.

30 Per approfondimento si rimanda al capitolo 6: Analisi delle criticità caratterizzanti l'incertezza di processo

31 Per approfondimento si rimanda al capitolo 5. Nello specifico al paragrafo 5.2.1 *Prodotti creditizi dedicati al condominio*

4.4 Integrazione di strumenti di Building Information Modeling nel workflow Smart Swap Building

Le complessità tecniche e procedurali delineate nel complesso *workflow Smart Swap Building*, imposte per raggiungere standard prestazionali e qualitativi superiori in termini energetici, ambientali, di sicurezza, di benessere e di accessibilità, richiedono l'implementazione e l'integrazione di avanzati strumenti informativi di gestione del processo. Gli edifici, così come le infrastrutture a servizio di questi, sono aggregati di componentistiche sempre più avanzate, composte da nuovi materiali che necessitano di apposite tecniche di posa perché possano garantire un funzionamento corretto e più efficiente rispetto alle pratiche tradizionali. Allo stesso modo, dal punto di vista organizzativo, il progetto coinvolge differenti attori con molteplici competenze. L'evoluzione tecnologica ha portato ad esempio al cambiamento del modello di business applicato dai produttori di componenti edilizi: per agevolare l'utilizzo di prodotti avanzanti che richiedono una specifica messa in opera sono stati predisposti appositi servizi di consulenza tecnica che, affiancando il progettista, si configurano come molteplice garanzia, per il costruttore stesso ma anche per il progettista e per il committente, così come per l'utilizzatore finale.

Unico vincolo è la necessità di condividere una piattaforma comune per il confronto e lo standard del Building Information Modeling risponde a questa esigenza: il rapporto progettista-costruttore diviene infatti bidirezionale per rispondere in maniera coerente alla crescente complessità (fig. 4.13).

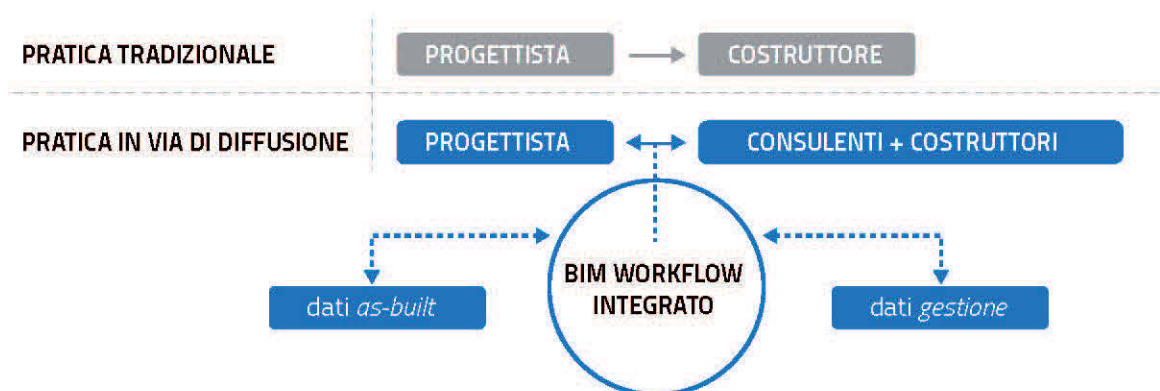


Fig. 4.13 – Evoluzione del rapporto progettista-costruttori in relazione ai nuovi modelli di business e alle possibilità aperte dagli strumenti di Building Information Modeling.

Il progetto strategico Smart Swap Building si pone pertanto come il volano per accelerare un'innovazione metodologica inevitabile ma che, in considerazione dello stato attuale del mercato, ancora stenta a partire. Sulla linea dell'operazione effettuata negli Stati Uniti dal General Services Administration (GSA)³², Aster ha la possibilità di porsi come ente facilitatore per l'implementazione degli strumenti BIM nel processo edilizio mediante la pubblicazione di linee guida, standard di gestione del dato, occasioni formative e di diffusione del progetto: il successo dell'implementazione del BIM nel processo edilizio è infatti ugualmente determinato dalle innovazioni dei modelli di business e dagli avanzamenti tecnologici.

Essenziale per il successo dell'implementazione, in una struttura organizzativa complessa come quelle di cui si compone la filiera costruzioni, è la presenza di una visione consapevole e ben articolata da parte di quanto sarà ottenibile attraverso la trasformazione organizzativa del processo secondo le logiche BIM, di quali siano i principali elementi cardine di questo passaggio, dei benefici e delle criticità che potranno derivare dai vari livelli di implementazione. Non è quindi solo una visione teorica ma una specifica previsione degli obiettivi specifici da raggiungere, corredata da un programma metodologico dettagliato. Il sistema regionale del trasferimento tec-

³² Nel 2003 la General Services Administration (GSA), attraverso il Public Buildings Service (PBS), ha stabilito il Programma Nazionale per il BIM 3D-4D-BIM. Da allora questo programma si è evoluto in collaborazioni tra Public Buildings Information Technology Services (PB-ITS) e il PBS. Il programma supporta l'utilizzo trasversale del BIM su tutti i settori che fanno riferimento al PBS. - <http://www.gsa.gov/> (online 10.02.2016)

nologico è responsabile di indirizzare ed agevolare la trasformazione dinamica di cambiamento delle realtà imprenditoriali che decidano di intraprendere il passaggio a un workflow di tipo BIM: durante il processo i picchi di soddisfazione per i miglioramenti raggiunti che non dovranno però eludere la necessità di innovazione continua.

È infatti il cambiamento integrato ed incrementale il terzo cardine del processo di innovazione: l'implementazione del BIM non si conclude con l'acquisto di una licenza software ma, al contrario, si compone di uno sforzo quotidiano da parte di tutti gli attori coinvolti nella trasformazione, nell'integrazione e normalizzazione delle informazioni che producono, attraverso passaggi incrementali, al fine di definire il proprio modello operativo in accordo con gli standard di riferimento del settore, garanzia di dialogo e collaborazione con figure esterne che condividono l'utilizzo di sistemi BIM.

L'immagine seguente graficizza la piramide dell'innovazione di Kanter³³ declinata ai fini dell'implementazione degli strumenti di Building Information Modeling nel processo edilizio.



Fig. 4.14 – Rapporto piramidale tra fase metodologica di adozione, azioni e penetrazione dei sistemi di Building Information Modeling nella pratica professionale.

VISIONE CONSAPEVOLE

Al fine di definire un valido punto di partenza è utile fare riferimento alle *best practices* e alle linee guida definite per implementare gli standard BIM in differenti realtà territoriali come lo standard statunitense³⁴ o quello del Regno Unito³⁵. Al tempo stesso è però necessario misurare tali indicazioni con le caratteristiche della filiera presente sul territorio e del progetto *Smart Swap Building* caratterizzato da particolari obiettivi strategici e conseguenti necessità. L'implementazione del BIM non avviene a livello di singolo progetto ma a livello di filiera per poter raggiungere risultati significativi e capaci di avere un impatto positivo a livello economico, procedurale e qualitativo. L'adozione del BIM pertanto deve passare anche attraverso una strategia divulgativa che possa rendere i professionisti del settore consapevoli dei benefici che si possono raggiungere, degli strumenti operativi disponibili e delle dinamiche di implementazione dei risultati. A tal proposito è necessario considerare alcuni punti chiave per rendere la visione del BIM efficace.

- **Ispirazione e aspirazione:** la visione di implementazione del BIM ha l'aspirazione di aumentare le capacità collaborative degli attori della filiera. Per raggiungere tale obiettivo il percorso dovrà essere necessariamente suddiviso in fasi operative, accompagnate da un piano temporale strategico contrassegnato da momenti di controllo del raggiungimento degli obiettivi. In tale riduzione a *step*, spesso di natura tecnica, non dovrà mai essere persa l'ispirazione caratterizzante la volontà di innovare il processo, anche mediante opportune strategie di comunicazione, al fine di non disperdere le energie da concentrare su tale obiettivo.

33 KANTER R.M., Column: Block-by-Blockbuster Innovation, pp. 89-96, in *Harvard Business Review*, Maggio, 2010

34 National BIM Standard-United States® (NBIMS-US™) Version 3 (V3)

35 BS 1192:2007+A1:2015 *Collaborative production of architectural, engineering and construction information. Code of practice*, British Standards Institution

- **Comunicazione trasparente:** per comunicare la visione agli operatori che dovranno metterla in pratica è necessario utilizzare delle regole per rendere il messaggio sintetico ma chiaro. L'utilizzo della regola delle 5W (*who, what, where, when, why*) può aiutare in questo senso ad organizzare la comunicazione a ogni attore coinvolto nel processo.
- **Casi pilota:** una prima definizione delle linee-guida definite per il progetto *Smart Swap Building* dovrà essere testata su casi pilota al fine di verificarne la validità operativa e correggerne eventuali lacune. Gli stessi casi applicativi dovranno configurarsi come elementi della strategia di divulgazione dei benefici dell'implementazione di strumenti di Building Information Modeling: il confronto con differenti esperienze può innescare logiche virtuose di confronto con le *best practices* ed incentivare la trasformazione.

L'indicazione degli elementi chiave per definire una visione di implementazione del BIM, data la complessità e l'atomizzazione degli attori operanti nella filiera costruzioni sia nazionale che regionale, non deve essere imputata alla volontà dei singoli ma dovrà essere condivisa dalla pubblica amministrazione, dagli ordini professionali e dalle associazioni di categoria come portatori di interessi all'interno di tavoli di confronto trasversali. I documenti di indirizzo e le linee guida specialistiche, anche se fornite con pubblicazioni prodotte dai singoli enti, dovranno essere il risultato di una visione condivisa e concertata.

TRASFERIMENTO TECNOLOGICO

Data la complessità derivante dall'innovazione di un processo edilizio, con specifico riferimento all'intervento sul costruito, la traduzione della visione in realtà dovrà essere guidata in maniera consapevole al fine di portare benefici a tutti gli attori coinvolti non esclusivamente a realtà di dimensioni capaci di permettersi in autonomia tale trasformazione. La gestione di una transizione è sempre complessa ma, anche in questo caso, può essere sistematizzata in alcuni elementi chiave.

- **Approccio top-down:** poiché la visione complessiva risiede in una visione capace di considerare il vantaggio di insieme che l'adozione di sistemi di Building Information Modeling possono apportare, gli approcci dall'alto e le strategie di comunicazione trasparente dovranno essere l'elemento di partenza per un cambiamento su vasta scala e per indirizzare i sistemi di leadership delle singole realtà.
- **Approccio bottom-up:** poiché alcune realtà sul territorio sia nazionale che regionale già oggi implementano metodologie e strumenti informativi avanzati è ugualmente importante strutturare momenti di confronto dedicati al recepimento di indicazioni da parte di chi possiede specifiche esperienze di innovazione. Parallelamente al raggiungimento di *step* incrementali di adozione di strumenti BIM all'interno del processo edilizio, questa tipologia di approccio diverrà sempre più importante.
- **Formazione ed educazione:** una trasformazione in questa direzione richiede specifiche competenze e capacità di lavorare secondo nuove logiche. A questo fine andranno strutturati opportuni sistemi di formazione professionale, in particolar modo grazie anche alla tendenza di ogni ordine professionale o associazione di categoria a rendere la formazione continua sempre più strutturata, e di educazione nelle scuole professionali e nelle università per garantire le adeguate competenze ai nuovi professionisti del settore.
- **Contratti ed aspetto legale:** in attesa di una normativa nazionale di settore è comunque possibile iniziare a valutare anche l'aspetto contrattuale di tali strumenti informativi, soprattutto in ambito privatistico. È infatti già possibile associare all'edificio costruito, a livello contrattuale, la necessità di rendere disponibili i suoi dati informativi da utilizzare in fase di gestione: grazie alla capacità di una migliore gestione delle prestazioni energetiche o delle fasi di manutenzione è ad esempio possibile effettuare ragionamenti in termini economici per la valutazione del valore immobiliare o dei canoni di affitto³⁶.
- **Pubblicazione linee-guida e controllo della qualità:** la pubblicazione di linee guida ad opera del promotore del progetto Smart Swap Building diverrà il principale strumento di indirizzo della trasformazione. Inoltre possedere un database ad alta densità informativa relativo al processo edilizio permette di effettuare misurazioni dei benefici riscontrati per mantenere costante il controllo della qualità del processo.

³⁶ Per approfondimento si rimanda al capitolo 5. Nello specifico al paragrafo 5.2.2 *Relazione tra i sistemi di certificazione energetica e il valore immobiliare*

INNOVAZIONE CONTINUA

Come già emerso, i benefici portati dall'implementazione di strumenti BIM nel processo edilizio sono reali e misurabili ma, al tempo stesso, tale operazione deve essere accompagnata anche da un progressivo avanzamento tecnologico e professionale. Tutte le parti del processo, per essere innovate, necessitano di una fase di pianificazione, test applicativi e continuo sviluppo. Dal punto di vista metodologico è possibile raggruppare quattro macro-aree su cui è necessario operare in modo integrato e progressivo

- **Aggiornamento delle strategie:** il primo strumento operativo per implementare metodologie e strumenti BIM è la redazione di piani strategici basati sulla visione condivisa, indirizzati al cambiamento effettivo.
- **Sensibilizzazione al cambiamento:** il primo allineamento, seppur graduale, con gli obiettivi dei piani strategici condivisi si può configurare come un ostacolo: gli atti normativi di indirizzo dovranno essere necessariamente accompagnati da strumenti di comunicazione trasparente dedicati a sensibilizzare sia gli attori della filiera che la possibile committenza.
- **Standard di processo certificati:** terzo passo operativo è la definizione di standard di processo certificati, sia obbligatori per il raggiungimento di un livello minimo che volontari, sul modello delle certificazioni prestazionali, per definire in maniera trasparente il valore aggiunto di chi opera innovazioni sul mercato.
- **Strategie di innovazione:** poiché il Building Information Modeling è una tecnologia in rapido sviluppo, la struttura normativa potrà faticare a mantenersi aggiornata ma, una volta implementata in maniera efficace ed efficiente nel processo edilizio sarà più semplice per i singoli attori del mercato investire in avanzamenti tecnologici capaci di apportare immediati riscontri economici e prestazionali.

Tale strategia contribuirà verrà ripresa più avanti nella trattazione e contribuirà alla definizione degli strumenti operativi come prodotto della presente ricerca³⁷.

4.4.1 Metodologia BIM per aggregare informazioni nel processo di riqualificazione

È possibile affermare che il Building Information Modeling (BIM) comprenda due principali aspetti:

- un modello intelligente ad alta densità informativa;
- un approccio per la collaborazione integrata con particolare riferimento alla condivisione aperta delle informazioni.

Questi due aspetti inoltre si legano contemporaneamente all'ambito rappresentativo architettonico e a quello tecnologico-informatico: tale rapporto può essere sintetizzato, sebbene in maniera non esaustiva, nello schema a matrice quadrata della pagina successiva (fig. 4.15).

Un modello intelligente in relazione agli aspetti rappresentativi è infatti capace di effettuare una rappresentazione multidimensionale (nD) e multiscalare (LOI-LOD) del modello mettendo in relazione scala rappresentativa e livello di dettaglio, informazioni materiche, prestazionali, economiche, sistemi e tempi di posa, così come stato di fatto e stato di progetto o informazioni sugli *step* di manutenzione. Durante il processo costruttivo, il BIM può essere utilizzato a supporto delle comunicazioni tra cantiere, produttori dei componenti e studio di progettazione, così da garantire una efficiente prefabbricazione delle componentistiche e la corretta posa in opera, evitando errori o ripetizione di lavorazioni. Quando poi l'edificio sarà in uso, il modello BIM potrà essere utilizzato, in combinazione con avanzati sistemi di sensoristica, per mantenere aggiornate le informazioni sulle performance dell'edificio ed implementato con le informazioni manutentive al fine di delineare un costo sull'intero ciclo di vita.

Dal punto di vista tecnologico un modello intelligente può essere costruito sulla base delle librerie di oggetti di soluzioni industrializzate messe a disposizione dai produttori stessi. Sebbene ogni progetto sia unico, le soluzioni standardizzate e componenti edilizi industrializzati sono utilizzati nella maggior parte dei casi. L'integrazione architettonica ed ingegneristica trae notevoli agevolazioni da questa possibilità: l'utilizzo di librerie basate su standard aperti permette ai progettisti di accedere ad una vasta scelta di componenti che, addizionati dal produttore delle corrette informazioni di dimensionamento, posizionamento ma anche costo e manutenzione,

³⁷ Per approfondimento si rimanda alla parte quarta: Definizione e validazione degli strumenti operativi. Nello specifico alla sezione 7.1 Definizione degli strumenti informativo-rappresentativi della filiera digitale Smart Swap Building per la relazione tra strategia e strumenti operativi.

permettono ai progettisti di sfruttare soluzioni appositamente ingegnerizzate per l'utilizzo. In tal modo anche la creatività del progettista ne beneficia poiché non sarà necessario giungere ad un compromesso in una fase successiva. Pertanto tutti i produttori, ma in particolar modo quelli appartenenti alla filiera costruzioni regionale, dovranno essere incentivati a produrre le proprie librerie sugli standard del Building Information Modeling.

	MODELLO INTELLIGENTE AD ALTA DENSITA' INFORMATIVA	COLLABORAZIONE INTEGRATA E CONDIVISIONE APERTA
AMBITO RAPPRESENTATIVO ARCHITETTONICO	- rappresentazione multidimensionale (nD) - rappresentazione multiscalare (LOD - LOI) - librerie di componenti architettoniche fornite direttamente dai produttori - ecc.	- approccio integrato sul ciclo di vita dell'edificio - ausilio durante le fasi di cantiere - modelli per prefabbricazione - ecc.
AMBITO TECNOLOGICO INFORMATICO	- modelli su standard aperti - indipendenza dal software - disponibilità di strumenti open source - standard informatico condiviso su tutta la filiera - ecc.	- unico modello condiviso - sistemi di comunicazione collegati al modello 3D - possibilità di controllo di interferenze nelle fasi collaborative - ecc.

Fig. 4.15 – Matrice quadrata di intersezione tra i principali aspetti del BIM e gli ambiti disciplinari relativi agli strumenti informativi digitali - elaborazione originale

La metodologia Building Information Modeling permette poi di andare oltre il modello intelligente, fornendo anche strumenti per un innovativo approccio alla collaborazione integrata nel processo edilizio. BIM significa anche integrazione tra ICT ed aspetti economici della collaborazione. La sua essenza sottende alla collaborazione e alla comunicazione tra le parti con implicazioni in differenti ambiti: le ricadute della struttura collaborativa precedentemente illustrata possono essere sintetizzate nel seguente schema (fig. 4.16).



Fig. 4.16 – Schematizzazione del rapporto tra aspetti informativi ed economici degli strumenti BIM e loro ricaduta - elaborazione originale

Il BIM pertanto supporta lo sviluppo innovativo del prodotto edilizio sulla base di un approccio dinamico al ciclo di vita dell'edificio. Rispetto al modello convenzionale di interpretazione del *life-cycle* basato su aspetti predittivi o misurazioni puntuali, la presenza di un modello digitale del costruito permette di implementare una gestione dinamica minimizzando i costi e massimizzando i benefici ottenibili. Uno dei fattori determinanti per il successo dell'implementazione del BIM è proprio la capacità di applicare principi di sostenibilità alle fasi progettuali, sia dei singoli componenti che dell'intero edificio: in tale ottica l'applicazione della metodologia di gestione dinamica del dato al progetto Smart Swap Building risulta essere il volano dell'innovazione introdotta. L'utilizzo di strumenti BIM infatti permetterebbe di applicare nuovi modelli interpretativi nella pratica architettonica, sulla base di principi comportamentali e cognitivi che rendono la gestione del dato dinamica, la simulazione tridimensionale e l'implementazione dell'aspetto informativo un requisito necessario.

La definizione specifica degli strumenti da applicare al progetto strategico promosso da Aster si configura quindi come indispensabile integrazione tra strumenti e pratica progettuale e procedurale sull'intero *workflow*. Ogni decisione derivante dall'interpretazione degli aspetti di criticità emersi mediante la *value stream map* deve tradursi in una possibilità di verifica digitale dei requisiti e delle prestazioni richieste in ogni fase: il processo di *decision-making*, per utilizzare un termine anglosassone efficace, deve risultare nella traduzione di concetti in strategie consapevoli dove la possibilità di accedere al dato diviene il metro di giudizio per l'approvazione della proposta da parte di tutti gli attori della filiera. Grazie all'utilizzo di un modello intelligente e dinamico le alternative progettuali possono essere validate in un processo continuo di verifica con requisiti e prestazioni da raggiungere. In tal modo gli errori progettuali possono essere ridotti grazie alla trasparenza e all'accessibilità del dato.

Nella pagina seguente si illustra (fig. 4.17), mediante schema grafico, la proposta di applicazione di un modello multiscalare e multidimensionale di impiego del dato digitale su tutta la filiera Smart Swap Building.

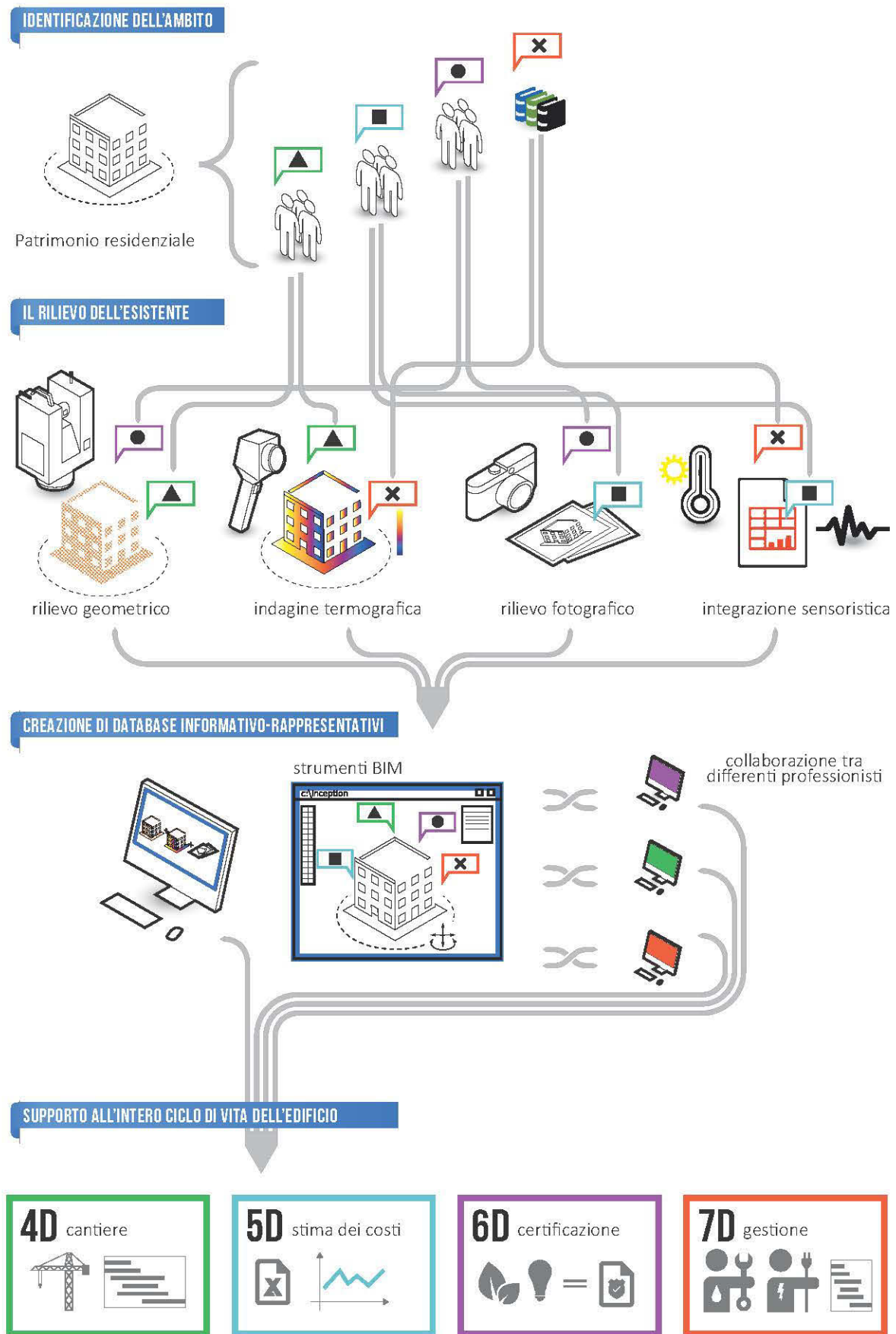


Fig. 4.17 – Processo di acquisizione dati mediante indagini e rilievi sul costruito e loro aggregazione in modelli di Building Information Modeling per l'utilizzo progettuale e gestionale (nD)

4.4.2 Applicazione degli standard OpenBIM e del linguaggio IFC

Come definito dal National Building Information Model Standard Project Committee degli Stati Uniti³⁸, il BIM è la rappresentazione digitale delle caratteristiche fisiche e funzionali di un edificio. Pertanto il modello informativo ad esso associato è una risorsa di conoscenza condivisa per le informazioni riguardo al manufatto e si configura come solida base per le decisioni da intraprendere su tutto il ciclo di vita dell'edificio, dalla concezione alla demolizione.

Quanto viene definito invece con il termine di OpenBIM, secondo la definizione di buildingSMART³⁹, è l'approccio universale al design collaborativo, alla progettazione, costruzione e gestione degli edifici basata su standard e processo aperti. Il consorzio buildingSMART, precedentemente conosciuto come International Alliance for Interoperability (IAI), nasce nel 1994 grazie all'impegno di 12 compagnie statunitensi operanti nel settore, alle quali negli anni si sono aggiunti tutti i principali produttori di software BIM. Grazie quindi alla sua composizione libera dal condizionamento di un singolo produttore, l'approccio del consorzio si basa su alcuni principi chiave:

- gli attori del processo edilizio possono partecipare al processo aperto e trasparente indipendentemente dal software utilizzato;
- grazie all'adozione di un linguaggio comune basato sulle componenti edilizie o impiantistiche, l'intera filiera può dialogare in maniera trasparente ed assicurare la qualità;
- la conservazione dei dati lungo tutto il processo evita il molteplice inserimento dello stesso dato, causa di errori consequenziali;
- sia i grandi che i piccoli produttori di software possono partecipare allo standard openBIM;
- è incentivata la distribuzione diretta produttore-progettista dei dati sul prodotto grazie all'implementazione diretta della componentistica nei formati standard.

Nella definizione degli strumenti informativi per la gestione del processo Smart Swap Building è pertanto necessario fare riferimento agli standard sviluppati negli anni dal consorzio buildingSmart nella loro versione più aggiornata.

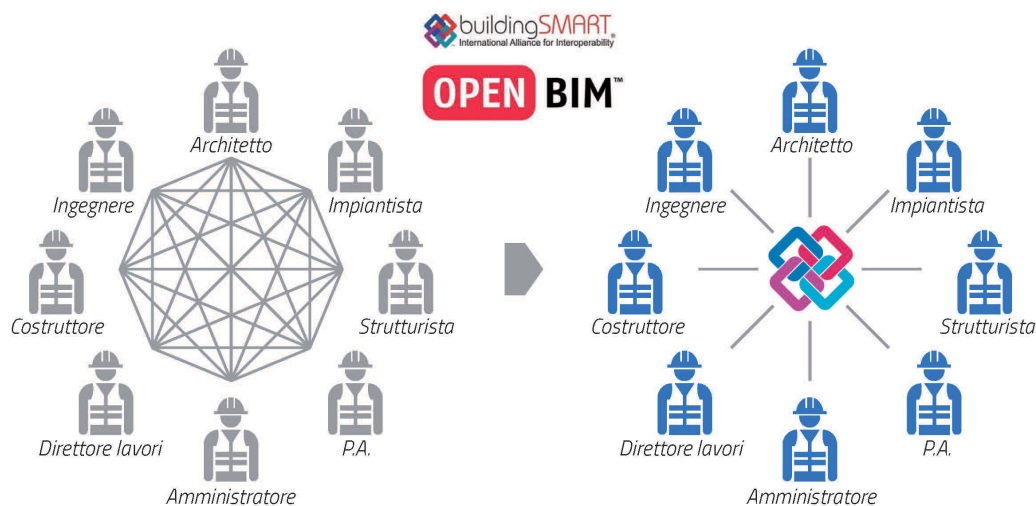


Fig. 4.18 – Variazione della logica di condivisione del dato digitale tra gli attori della filiera in seguito all'introduzione di standard codificati - rielaborazione su fonte buildingSMART

38 "Building Information Modeling (BIM) is a digital representation of physical and functional characteristics of a facility. A BIM is a shared knowledge resource for information about a facility forming a reliable basis for decisions during its life-cycle; defined as existing from earliest conception to demolition" - What is a BIM? - <https://www.nationalbimstandard.org/faqs> (online 10.02.2016)

39 "openBIM is a universal approach to the collaborative design, realization and operation of buildings based on open standards and workflows. openBIM is an initiative of buildingSMART and several leading software vendors using the open buildingSMART Data Model" - About openBIM - <http://www.buildingsmart.org/standards/technical-vision/> (online 10.20.2016)

L'Industry Foundation Class IFC è lo standard informatico sul quale si basa la condivisione dei dati tra software BIM. Lo sviluppo quindi di uno schema di dati ha reso possibile garantire lo scambio delle informazioni rilevanti tra differenti piattaforme software. Rilasciato nel marzo 2013 nella versione IFC4, ha portato negli ultimi anni ad una sempre maggiore compatibilità ed interoperabilità: in particolare in questa ultima release è stata posta particolare attenzione all'interscambio di informazioni 4D e 5D, così come alle librerie di prodotti e alla interoperabilità BIM-to-GIS. Lo standard IFC4 è inoltre pubblicato in qualità di norma tecnica ISO 16739:2013, solo in lingua inglese, per la quale sono sinteticamente definiti gli scopi come segue.

BIM exchange format definitions that are required during the life cycle phases of buildings:

- *demonstrating the need;*
- *conception of need;*
- *outline feasibility;*
- *substantive feasibility study and outline financial authority;*
- *outline conceptual design;*
- *full conceptual design;*
- *coordinated design;*
- *procurement and full financial authority;*
- *production information;*
- *construction;*
- *operation and maintenance;*

BIM exchange format definitions that are required by the various disciplines involved within the life cycle phases:

- *architecture;*
- *building service;*
- *structural engineering;*
- *procurement;*
- *construction planning;*
- *facility management;*
- *project management;*
- *client requirement management;*
- *building authority for permits and approval;*

BIM exchange format definitions including:

- *project structure;*
- *physical components;*
- *spatial components;*
- *analysis items;*
- *processes;*
- *resources;*
- *controls;*
- *actors;*
- *context definition.*

Tutti gli oggetti definiti nelle singole applicazioni, quando tradotti nel formato standard IFC, divengono pertanto oggetti scomposti in alcuni campi rilevanti: geometria, relazioni, proprietà e meta-proprietà. Nello schema seguente è possibile osservare la relazione gerarchica fra i campi stessi (fig. 4.19).

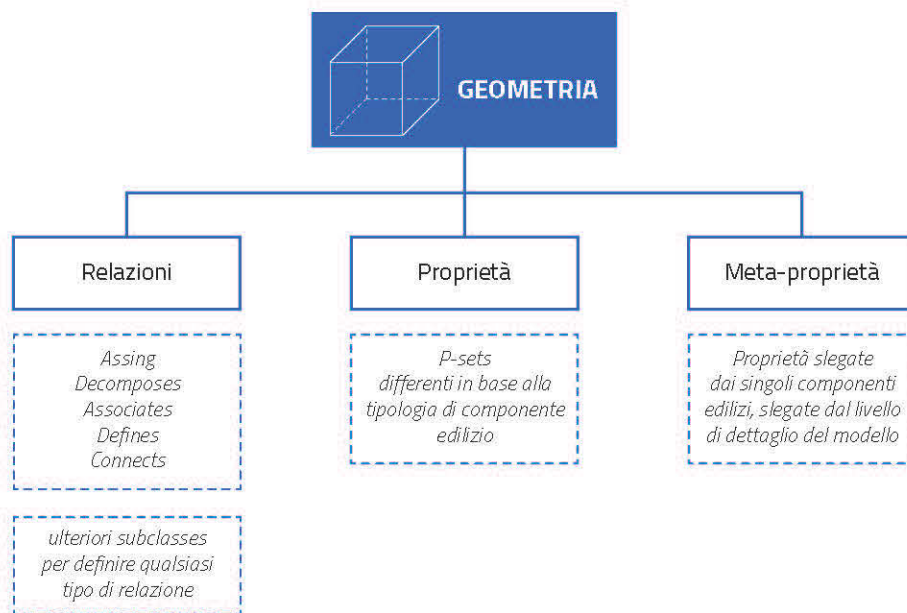


Fig. 4.19 – Schematizzazione della struttura del file standard IFC - elaborazione originale

Geometria – Lo standard IFC è in grado di rappresentare un ragionevole numero di geometrie, incluse le estrusioni, i solidi definiti da un insieme chiuso di facce (B-Reps) e le forme definite a partire da solidi geometrici elementari (Constructive Solid Geometry). Le superfici possono essere definite sia da forme estruse (incluse le estrusioni lungo le curve) che da superfici di tipo Bezier. In tal modo viene data risposta alla maggior parte delle necessità di modellazione di un edificio, comprese dalla versione IFC4, seppur ancora con qualche necessità di affinamento, le forme costruite su curve multiple come B-splines e NURBS (non uniform B-splines).

Relazioni – Particolare attenzione è stata posta nello sviluppo dello standard al rapporto relazionale tra gli oggetti, definito come segue:

- *Assigns* – relazione tra oggetti eterogenei e gruppi o selezioni di parti di assemblaggi per usi specifici; ad esempio tutte le entità prodotte da una determinata azienda potrebbero essere organizzate secondo la selezione *assigns*.
- *Decomposes* – è la relazione che generalmente relaziona la composizione o scomposizione di assemblati e delle loro parti.
- *Associates* – relaziona informazioni condivise di progetti, come specifiche su installazioni esterne con le istanze del modello; un esempio potrebbe essere una parte modellata di una installazione meccanica che è associata (*associates*) con le sue specifiche nel catalogo del fornitore.
- *Defines* – è la relazione tra la descrizione di un oggetto e le varie istanze di tale oggetto; per esempio la descrizione di un tipo di finestra e le varie istanze della finestra (apertura, battuta, davanzale, ecc..)
- *Connects* – definisce genericamente una relazione topologica tra due oggetti che è definita funzionalmente da *subclasses*; per esempio le pareti hanno collegamenti (*connects*) con altre pareti e con i solai.

Qui sono state indicate solamente le principali classi di relazioni ma sono presenti inoltre molte *subclasses* di *IfcRelations* al fine di definire qualsiasi tipo di relazione: allo stato attuale non risultano presenti omissioni di alcun genere in questo ambito.

Proprietà – ulteriore campo rilevante è quello dedicato all'insieme delle proprietà di un oggetto, definite anche come P-sets. Queste sono utilizzate per definire contemporaneamente caratteristiche materiali, prestazionali e contestuali (come dati meteorologici o geologici, ad esempio). Esistono appositi P-sets per diversi tipi di componenti edilizie, come gli elementi di copertura, le pareti, le finestre, travi e pilastri, e così via. Inoltre ulteriori proprietà sono automaticamente associate ai materiali in base al loro comportamento termico, meccanico, di composizione o di resistenza al fuoco. Il formato IFC include inoltre proprietà relative ai costi, al tempo di posa e

alla manutenzione programmata. Nonostante questo, purtroppo esistono ancora alcune lacune, soprattutto in relazione ad utilizzi specialistici o materiali innovativi che, nonostante possano essere usati senza problemi nei software nei quali sono nativi o programmati dal progettista, stentano a trovare una traduzione comune su più piattaforme.

Meta-proprietà – nel formato IFC sono contemplate anche informazioni relative al complesso progettato e alla sua evoluzione con particolare riferimento alla gestione. Sono infatti disponibili particolari campi dedicati al sistema di proprietà dell'immobile, al tracciamento delle modifiche, al loro controllo e alla loro approvazione. Nonostante questo, spesso tali informazioni risultano scarsamente utilizzate poiché non connesse direttamente alle proprietà dei singoli elementi edilizi e pertanto non richieste obbligatoriamente per la definizione di un livello di dettaglio o informazione maggiore.

L'applicazione del formato IFC alle linee guida per l'implementazione dei sistemi informativi nella gestione del processo *Smart Swap Building* permetterà, se rispettata, la virtuale interoperabilità tra tutti gli attori, oltre alla permeabilità della compagine. La disponibilità inoltre di appositi visualizzatori per modelli IFC permette un rapido accesso al dato da parte di tutti i professionisti e degli enti di controllo mediante l'impostazione di filtri per controllare la correttezza, anche se solo formale, degli stati di avanzamento del modello.

Software gratuiti per la visualizzazione, la verifica e la traduzione del formato standard IFC	
Areddo	BIM viewer per IFC e pointclouds (.PTS)
Bimserver	Open Source BIM Server sullo standard IFC
BIM surfer - WebGL viewer	Open source WebGL viewer per IFC in web-browser
Cadalog, Inc - IFC2SKP	IFC Import Plugin per Google SketchUp 8
Constructivity Model Viewer	Viewer for IFC Data
Datacomp BIM Vision	Browser for IFC format
Data Design System	DDS IFC Viewer - viewer per IFC Data *.ifc, *.ifcZIP, *.ifcxml, *.gbxml
	DDS IFC Reader - drag & drop IFC files per verifica
G.E.M. Team Solutions IfcQuickBrowser	Text-browser per IFC files di grandi dimensione. I file sono mostrati secondo una struttura gerarchica ad albero.
IfcOpenShell	Open source IFC geometry engine. Plugin di importazione per Autodesk 3ds Max, Blender e applicazione stand-alone per convertire in formato file Wavefront .OBJ
Karlsruhe Institute for Technology	FZKViewer - viewer per IFC and CityGML
	IfcViewer - a viewer for IFC Data.
	IfcWalkThrough - applicazione per realizzare walk through in modelli IFC
	IfcObjectCounter - IFC file checker
Nemetschek IFC Viewer	Viewer gratuito con supporto per formati IFC e XML IFC
NIST- IFC File Analyzer	Applicazione per creare fogli di calcolo Excel da file IFC
RDF Ltd. - IFC Viewer	Viewer per Windows (DirectX 9) di formati IFC 2x3 (TC 1) e IFC 4 in versione 32 e 64 bits. Disponibilità anche del codice sorgente C++
Solibri	IFC Optimizer - Strumento per ottimizzare/comprimere file IFC
	Model Checker - strumento per verificare la correttezza dei file IFC
Tekla BIMsight	Strumento gratuito per l'unione di modelli e la verifica di interferenze per formati file *.ifc, *.ifcZIP, *.ifcxml, .dgn, .dwg, .xml

Fig. 4.20 – Tabella riassuntiva dei software gratuiti per operare sul formato BIM standard IFC - buildingSMART.org

4.4.3 Valutazioni sulla preservazione del dato digitale e la sua usabilità

La natura anglosassone dei sistemi di certificazione degli strumenti BIM e di classificazione degli elementi costruttivi si potrebbe ovviamente configurare come un importato ostacolo all'implementazione di una struttura informativa digitale in un settore, come quello delle costruzioni, dove l'ambito semantico risulta estremamente connaturato alla pratica professionale. Poiché il ruolo che il consorzio buildingSMART si propone di assolvere ha valenza internazionale, parallelamente alla definizione di uno standard di interscambio di informazioni è stato strutturato negli anni un complesso sistema dedicato alla traduzione della semantica sottesa all'utilizzo di tali strumenti.

Raggruppati sotto l'acronimo di bSDD, buildingSMART Data Dictionary, troviamo infatti appositi dizionari che sono stati implementati nei software BIM per permettere un utilizzo omogeneo delle componenti edilizie. Senza l'implementazione dei bSDD lo scambio di informazioni risulterebbe infatti entropico e non univoco: la strutturazione dei dizionari permette una comunicazione tecnica indipendente dai linguaggi locali facilitando anche lo scambio di informazioni tra paesi e aree geografiche differenti.

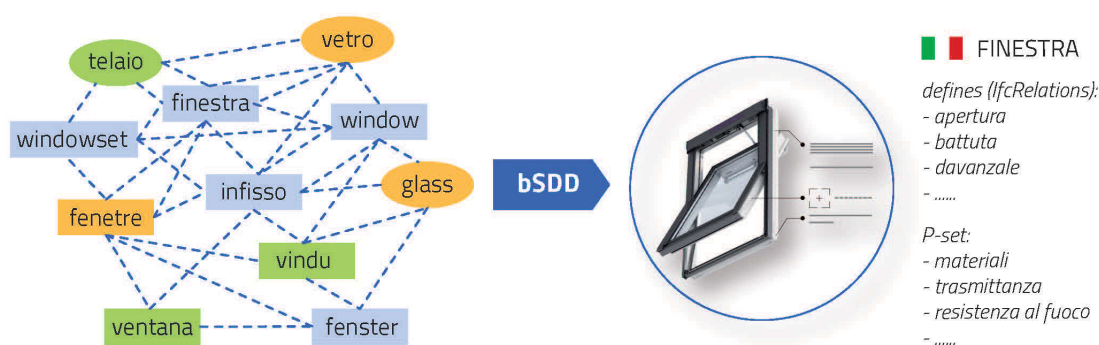


Fig. 4.21 – Schematizzazione del funzionamento del buildingSmart Data Dictionary - bSDD - elaborazione originale

Il Data Dictionary è pertanto una libreria di oggetti e dei loro attributi: è strutturata in formato aperto ed internazionale in modo da permettere ad architetti, ingegneri, costruttori, produttori, consulenti e operatori in generale di scambiarsi informazioni. Non è però un dizionario specifico per istanze di oggetti ma è basato su termini generali sui quali i singoli produttori, in collaborazione con le rispettive *software-house*, potranno sviluppare specifici oggetti da fornire ai progettisti. Ovviamente è necessario tenere in considerazione come il *Data Dictionary* non sia una semplice traduzione (semantica) ma contenga anche il rapporto di relazione tra gli oggetti definiti (ontologia).

Il consorzio buildingSMART ha inoltre sviluppato una *utility* online⁴⁰ attraverso la quale è possibile navigare tra i contenuti del dizionario, al fine di permettere la massima trasparenza e comprensione dello strumento. Si riporta di seguito un esempio del funzionamento del dizionario interrogato sulla base del termine "finestra".

40 <http://bsdd.buildingsmart.org/> (online 10.20.2016)

PARTE TERZA VALUTAZIONE DELL'APPLICABILITÀ DELLA RICERCA

CAPITOLO 5

Identificazione delle tecnologie e degli strumenti funzionali all'innovazione di processo

5.1 Analisi delle tecnologie per l'edilizia trasferibili nel processo sulla base degli indicatori socio-economici, ambientali ed energetici individuati	115
5.1.1 La Smart Specialization Strategy (S3) dell'Emilia-Romagna	115
5.1.2 Trasferimento tecnologico: filiera costruzioni e innovazione	117
5.1.3 Sostenibilità del progetto Smart Swap Building rispetto alle strategie regionali	119
5.2 Analisi dei sistemi innovativi di valutazione del valore immobiliare sulla base degli indicatori individuati	121
5.2.1 Prodotti creditizi dedicati al condominio	121
5.2.2 Relazione tra i sistemi di certificazione energetica e il valore immobiliare	123
5.3 Approccio critico alle esperienze di innovazione di prodotto e di processo e loro impatto sugli indicatori esaminati	125
5.3.1 Casi studio: definizione delle schede di innovazione di prodotto	125
5.3.2 Casi studio: definizione delle schede di innovazione di processo	126
5.3.3 Sistemi di analisi e misurazione dei casi studio	126
5.3.4 Analisi comparativa tra casi studio	129
5.4 Analisi della capacità dei sistemi informativi avanzati di gestire l'integrazione delle innovazioni individuate	130

Nel quindi capitolo si cercano di individuare strumenti materiali e immateriali utili alla realizzazione dell'innovazione di processo proposta.

Poiché gli interventi da svolgersi sul patrimonio costruito obsoleto dovranno essere definiti grazie a un importante trasferimento tecnologico in campo progettuale, costruttivo ed impiantistico, in linea con la Smart Specialization Strategy regionale, le principali innovazioni a scala regionale e nazionale sono state analizzate sulla base degli indicatori identificati nella fase di inquadramento. Sono stati identificati inoltre i più moderni strumenti di valutazione del valore immobiliare di ristrutturazioni edilizie e riqualificazioni energetiche, in grado di tenere in considerazione indicatori del valore economico dell'operazione collegati a tutte fasi del ciclo di vita di un edificio.

Il presente capitolo risulta strettamente legato all'appendice A, dove sono riportati i casi studio dei quali qui si inserisce un'analisi critica. Infine è stata presa in considerazione la capacità degli strumenti di Building Information Modelling di gestire tali innovazioni.

5.1 Analisi delle tecnologie per l'edilizia trasferibili nel processo sulla base degli indicatori socio-economici, ambientali ed energetici individuati

In Italia, e in Emilia-Romagna in particolare, il patrimonio esistente diffuso si è fortemente sovrapposto alla preesistenza di valore storico, non solo vincolata, creando un grande potenziale di innovazione, trasferimento tecnologico, impatto economico e sociale sui processi di trasformazione del territorio che, tuttavia, rispetto all'intervento di nuova costruzione, richiede la comprensione di diversi fattori legati al settore del recupero (degrado, rilievo delle geometrie con più alte precisioni e accuratezze, tecnologie e processi costruttivi, ecc.)¹.

In questa ottica è necessario considerare come la Regione Emilia-Romagna possa vantare una esperienza più che decennale nella sperimentazione e nell'attuazione di politiche che valorizzino l'innovazione e la ricerca finalizzata allo sviluppo locale, a partire dai finanziamenti dedicati a ricerca e sviluppo delle PMI, alle reti di impresa e alle start up ad elevata tecnologia, fino ai distretti tecnologici, alla Rete dell'Alta Tecnologia, alle infrastrutture di supporto alla ricerca². Questo impegno ha permesso di realizzare un *ecosistema* regionale della conoscenza e dell'innovazione, completato da soggetti istituzionali, centri di ricerca e organi locali che contribuiscono attivamente ed efficacemente alla elaborazione e alla realizzazione delle politiche di sviluppo: in questa logica il progetto *Smart Swap Building* trova terreno fertile, grazie alla presenza di tecnologie trasferibili nel processo volte allo sviluppo della competitività dell'intero sistema e al superamento delle sfide sociali.

In linea con quanto definito nella "Strategia Europa 2020"³ lanciata dalla Commissione Europea nel 2010, anche la regione Emilia-Romagna ha elaborato la propria *Strategia per la Specializzazione Intelligente (S3 - "Smart Specialization Strategy")*, definita come uno dei pilastri centrali per l'innovazione flessibile e dinamica. La Specializzazione Intelligente viene infatti elaborata a livello di ciascuna regione secondo alcune principali linee di indirizzo, per essere poi messa a sistema a livello nazionale ed europeo: è finalizzata all'implementazione di un processo di sviluppo, identificando i vantaggi competitivi per la definizione delle priorità strategiche, grazie all'applicazione di politiche intelligenti utili a massimizzare il potenziale di sviluppo della conoscenza di qualsiasi regione. L'obiettivo generale di valorizzare le eccellenze si traduce a livello operativo nella valorizzazione dei settori di mercato caratterizzati a livello di territorio regionale di evidenti vantaggi competitivi o di determinate potenzialità di sviluppo imprenditoriale⁴.

5.1.1 La Smart Specialization Strategy (S3) dell'Emilia-Romagna

La Regione Emilia-Romagna ha affidato ad Aster, nel 2013, il compito di coordinare la fase di selezione delle priorità, coinvolgendo in modo organizzato un numero rilevante di rappresentanti delle imprese, del sistema della ricerca pubblica e privata (trasversalmente rispetto alle aree disciplinari) e altre organizzazioni regionali integrate nell'ecosistema dell'innovazione. Sono stati quindi costituiti otto gruppi di lavoro, i cui membri hanno contribuito rispetto alle proprie conoscenze ed esperienze specifiche, ma anche alla propria conoscenza del settore, dei mercati, delle dinamiche territoriali. Il risultato complessivo è il documento *"Priorità Tecnologiche Regionali"*⁵ per il periodo di programmazione 2014-2020, presentate, giustificate e discusse sia in base alla loro evoluzione tecnico-scientifica, sull'orizzonte 2020-2025, sia alla possibilità effettiva di essere realizzate.

Questa politica ha preso l'avvio dall'analisi dei punti di forza e dagli ambiti di specializzazione che rappresentano il maggior potenziale di crescita e sui quali puntare per rafforzare il potenziale strutturale del territorio stesso. D'altra parte viene preso in considerazione il cambiamento che le scelte politiche dovranno necessariamente

1 Cfr. DOCCI M., SENATORE S.J., *Conservazione e rinnovamento urbano*, pp.13-15, in *Architettura e Città - Costruire nel Costruito* 7.2012, Di Baio Editore

2 Cfr. MAIETTI F. (a cura di), *Dossier: Smart Specialization Strategy*, in *Paesaggio Urbano* 4.2013, Maggioli Editore

3 "A strategy for smart, sustainable and inclusive growth" - comunicazione da parte della Commissione al Parlamento Europeo e al Consiglio, Brussels, 3.3.2010

4 Cfr. McCANN P., ORTEGA-ARGILÉS R., *Smart Specialization, Regional Growth and Applications to European Union Cohesion Policy*, in *Journal of the Regional Studies Association* 49, Taylor & Francis Group, 2015

5 ASTER, *S3 Regione Emilia-Romagna - Le Priorità Tecnologiche Regionali*, Rete Alta Tecnologia dell'Emilia-Romagna, 2013 - disponibili in formato digitale sul sito www.aster.it (online 19.02.2016)

guidare nell'ottica dei termini chiave *"sostenibile, intelligente ed inclusivo"*, al fine di innescare un aumento dell'occupazione nonché della sua qualificazione. La logica che sottende a questa operazione è determinata dalla volontà di evitare la dispersione delle risorse disponibili e di puntare ad obiettivi concreti ed efficaci, per permettere di aumentare le ricadute dei risultati della ricerca e i suoi effetti moltiplicativi di crescita e sviluppo per il territorio.

La realizzazione della Strategia S3 in Emilia-Romagna ha quindi identificato tre ambiti di alta specializzazione produttiva, rilevanza occupazionale, presenza di imprese territoriali, articolazione produttiva, rilevanza tecnologica: Sistema Agroalimentare, Sistema Edilizia e Costruzioni e Sistema Meccatronica e Motoristica (fig. 5.1). A questi si sono aggiunte due filiere innovative ad alto potenziale di crescita: Industrie della salute, Industrie culturali e creative.

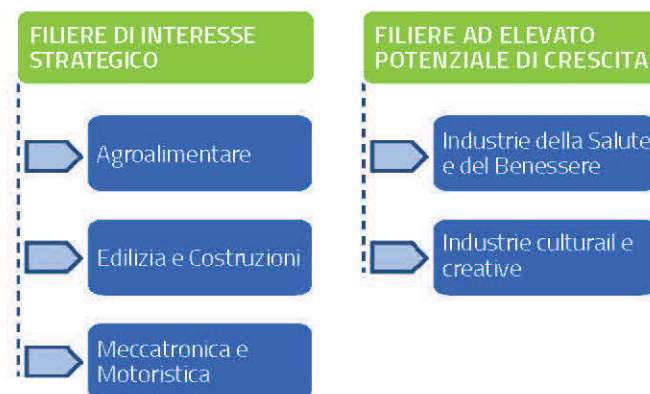


Fig. 5.1 – Filiere di interesse strategico e filiere ad elevato potenziale di crescita identificate dalla Smart Specialization Strategy dell'Emilia-Romagna – rielaborazione su fonte Aster – Rete Alta Tecnologia Emilia-Romagna

Parallelamente sono state definite tre tematiche trasversali al fine di raggiungere la definizione, all'interno di ogni filiera di interesse strategico, di traiettorie integrate di sviluppo (fig. 5.2). Queste rappresentano infatti tecnologie applicabili a tutti gli ambiti e come tali possono essere trattati indipendentemente dalla destinazione.

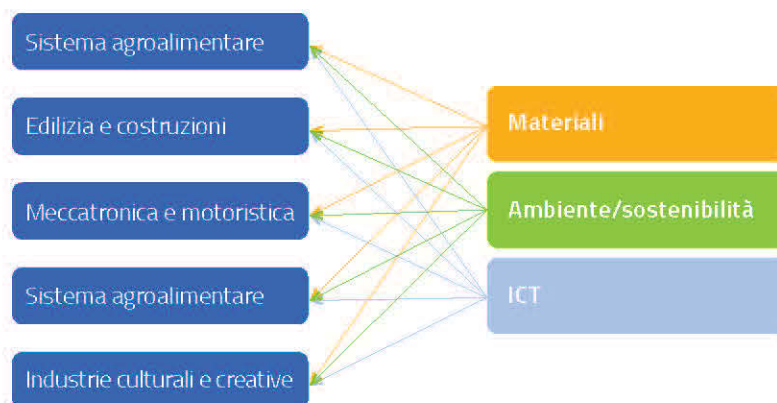


Fig. 5.2 – Intersezione tra le filiere identificate dalla Smart Specialization Strategy e le tematiche trasversali di integrazione – rielaborazione su fonte Aster – Rete Alta Tecnologia Emilia-Romagna

Materiali – I materiali innovativi, altamente performanti e intelligenti, possono offrire soluzioni applicative utilizzabili nei più svariati ambiti, dai dispositivi per la salute, al packaging alimentare, alla sostituzione di materiali strategici, al miglioramento delle funzionalità su prodotti meccanici e componenti di macchine. Una linea di lavoro sui materiali, sia relativa allo sviluppo di nuovi materiali che alla loro caratterizzazione per usi specifici è di grande importanza per il sistema regionale, anche per la presenza di esperienze scientifiche di primo livello e di utilizzatori in settori di punta, anche di tipo tradizionale (si pensi, ad esempio, alla funzionalizzazione di componenti per le costruzioni o a compositi per la nautica).

Ambiente e sostenibilità - I temi legati alla sostenibilità sono parte di tutti i domini applicativi e possono mutarne in modo significativo le soluzioni tecnologiche e le aree di business. La gestione corretta del ciclo di vita dei prodotti e la sua valutazione forniscono elementi indispensabili alla definizione del suo costo complessivo, connesso all'intera vita del prodotto e non solo alla sua vita utile. La generazione di nuovi modelli di business legati alla gestione delle interazioni con l'ambiente possono determinare aree di competizione nuove come, ad esempio, la connessione di settori diversi attraverso il riuso degli scarti del primo come materia prima del secondo.

ICT - La gestione automatizzata delle informazioni e la loro comunicazione ed elaborazione attraverso reti di comunicazione locali o globali, *wired* o *wireless*, è alla base di molteplici nuove possibilità per la messa a punto di processi di produzione e prodotti che rispondano alle nuove esigenze di un mercato globale, delocalizzato e con filiere diversamente articolate. La focalizzazione su ICT è la risposta ad una domanda di adeguamento, anticipazione e gestione del cambiamento: la capacità di gestire in modo affidabile grandi quantità di dati può essere al servizio di tutti i settori. La possibilità di interagire con gli oggetti reali attraverso la loro rappresentazione virtuale, anche da remoto, consente la messa a punto di numerosi servizi utili sia per la vita di tutti i giorni così come sia per il business. Un'attenzione specifica va dedicata alla pubblicazione di dati come open data da parte della Pubblica Amministrazione che può aprire segmenti di mercato interamente nuovi.

5.1.2 Trasferimento tecnologico: filiera costruzioni e innovazione

In tale ambito di indirizzo regionale, il gruppo di lavoro Edilizia e Costruzioni è partito analizzando il settore che rappresenta, per l'Emilia-Romagna, uno dei comparti economici e occupazionali trainanti, con un grado di specializzazione molto elevato costituito da un tessuto di piccole e medie imprese altamente qualificate e competitive, ricoprendo inoltre un ruolo di leadership nazionale in alcuni comparti industriali specifici.

Oggi il settore delle Costruzioni, come evidenziato nell'inquadramento di carattere economico⁶, è coinvolto in una crisi che colpisce sia le imprese maggiori che buona parte del tessuto di PMI. Tale congiuntura ha coinciso con la sempre più stringente consapevolezza del problema ambientale, con la necessità di allinearsi alle direttive europee in materia e con la conseguente necessità di porre al centro le sfide sociali del futuro. Tra le molteplici sfide che il settore dovrà affrontare, alcuni obiettivi risultano prioritari: la limitazione del consumo del suolo, la realizzazione di un sistema energetico sostenibile e competitivo per affrontare la scarsità di risorse, la risposta all'incremento dei fabbisogni, in particolare quelli energetici, l'adattamento ai cambiamenti climatici, l'invecchiamento della popolazione e i cambiamenti sociali, che devono trovare risposte anche in termini di accessibilità, vita autonoma, comfort, salute e benessere e, non da ultimo, la sicurezza. Il tema della sicurezza strutturale, degli edifici, delle infrastrutture e del territorio in generale è diventato per la Regione particolarmente urgente anche alla luce del sisma che ha colpito il territorio emiliano nel maggio del 2012, che ha evidenziato la necessità di operare un approfondito controllo sulla vulnerabilità sismica degli edifici privati e pubblici, operare sulla normativa in materia e su processi "trasparenti". Qualità energetica, sostenibilità ambientale e sicurezza strutturale, riqualificazione del patrimonio esistente e rigenerazione urbana, ruolo del progetto e qualità architettonica, sostenibilità economica, tecnologica, progettuale e di processo: sono queste le direzioni fondamentali tracciate nell'individuazione delle traiettorie tecnologiche prioritarie, analizzate in rapporto al contesto produttivo.

La versione definitiva del documento regionale di indirizzo è stata redatta considerando inoltre una serie di aspetti del processo complessivo che rendono il settore tradizionalmente poco ricettivo all'innovazione; si tratta di "barriere" non tecnologiche (dal punto di vista normativo, di cultura del progetto, gestione dei dati, comunicazione, costo di sperimentazioni e prototipi, ecc.) che, nel processo complessivo, impediscono a quelle innovazioni in grado di incidere in modo radicale sul settore, di trovare applicabilità. Mettere al centro lo sviluppo tecnologico e d'impresa, logiche di processo verificabili e predisposte all'innovazione rappresenta una fondamentale chiave di volta per le imprese e per il mondo delle professioni. La qualità del progetto e un nuovo ruolo integrato delle diverse figure tecniche sono alla base della concreta applicazione di nuovi modelli di sviluppo edilizio e architettonico per il tessuto produttivo, capaci di innescare, anche sul piano tecnico-normativo, un processo di cambiamento che può investire a cascata tutti i comparti che compongono il sistema.

6 Per approfondimento si rimanda al capitolo 2. Nello specifico al paragrafo 2.2.2 Analisi del mercato immobiliare regionale.

La mappa schematica che segue (fig. 5.3) riassume per macro-tematiche le traiettorie tecnologiche che impattano sul settore Edilizia e Costruzioni, suddivise in un primo livello esplicativo degli obiettivi prioritari conseguenti.



Fig. 5.3 – Traiettorie tecnologiche e obiettivi prioritari per la filiera Edilizia e Costruzioni in base alla Smart Specialization Strategy – rielaborazione su fonte Aster – Rete Alta Tecnologia Emilia-Romagna

TRAIETTORIE	OBIETTIVI PRIORITARI
Edifici sostenibili	▪ Tecnologie e sistemi per la riqualificazione e lo sviluppo sostenibile: materiali per l'edilizia a basso impatto di processo e con prestazioni energetiche e funzionali incrementate, a ridotta manutenzione e facilmente gestibili a fine vita, diagnostica e modellazione del comportamento in servizio, attrezzature da cantiere con prestazioni incrementate e sostenibili ▪ Materiali sostenibili ed ecocompatibili e nuove funzionalizzazioni: materiali da materie prime rinnovabili, a basso impatto ambientale, materiali ceramici, materiali da riuso, geopolimeri, funzionalizzazione di superfici
Sicurezza delle costruzioni	▪ Metodi e tecnologie innovative per la valutazione della vulnerabilità e per la riduzione del rischio sismico delle costruzioni: metodi per la valutazione del rischio sismico anche <i>in situ</i>, monitoraggio delle strutture, valutazione della durabilità dei materiali da costruzione, tecnologie per il rinforzo e l'adeguamento sismico con materiali innovativi, sistemi per la dissipazione dell'energia, nuovi sistemi costruttivi multifunzione ▪ Sicurezza e gestione delle infrastrutture: monitoraggio e gestione dei dati, gestione dei flussi in caso di criticità, sistemi di rinforzo intelligenti
Restauro, recupero e generazione	▪ Tecnologie innovative per il restauro architettonico e il recupero edilizio: diffusione di tecnologie di pre_visione (diagnostico-conservative-morfometriche), non invasive, componenti e processi tecnologici, cantieri laboratorio ▪ Urban mining: tecniche di smantellamento e ritrattamento di materiali, impianti per la selezione e l'estrazione di materiali

Edifici e città intelligenti	▪ Accessibilità, comfort e smart automation degli ambienti abitativi e pubblici: integrazione e interoperabilità di impianti domestici dimensionati in base agli utilizzatori, gestione ottimizzata a fini di efficienza. ▪ Rigenerare le città: edifici efficienti ed energia pulita: soluzioni integrate involucro- impianti, gestione e controllo degli impianti, anche a distanza, monitoraggio dei consumi e supporto alla decisione energetica, infrastrutture tecnologiche di rete
Processo e LCA	▪ Tecnologie per lo sviluppo e la gestione del progetto e delle strutture: modelli BIM (Building Information Modeling) per la gestione del progetto, tecnologie basate su accuratezza metrica e alta densità informativa, tecnologie per il controllo delle deformazioni, applicazioni di realtà aumentata ▪ Il processo edilizio trasparente: IoT e Open Data, Business Intelligence, comunicazione digitale per l'edilizia

5.1.3 Sostenibilità del progetto Smart Swap Building rispetto alle strategie regionali

Il potenziale tecnologico connesso all'innovazione di processo *Smart Swap Building* e dei suoi strumenti operativi ha diretto impatto sui modelli trasversali di rigenerazione e trasformazione territoriale e sull'evoluzione del settore costruzioni verso azioni sostenibili, inclusive e partecipate. Alla luce di quanto precedentemente descritto si possono delineare alcuni indirizzi di ricerca e innovazione in connessione agli obiettivi prioritari delle traiettorie di sviluppo (fig. 5.4).

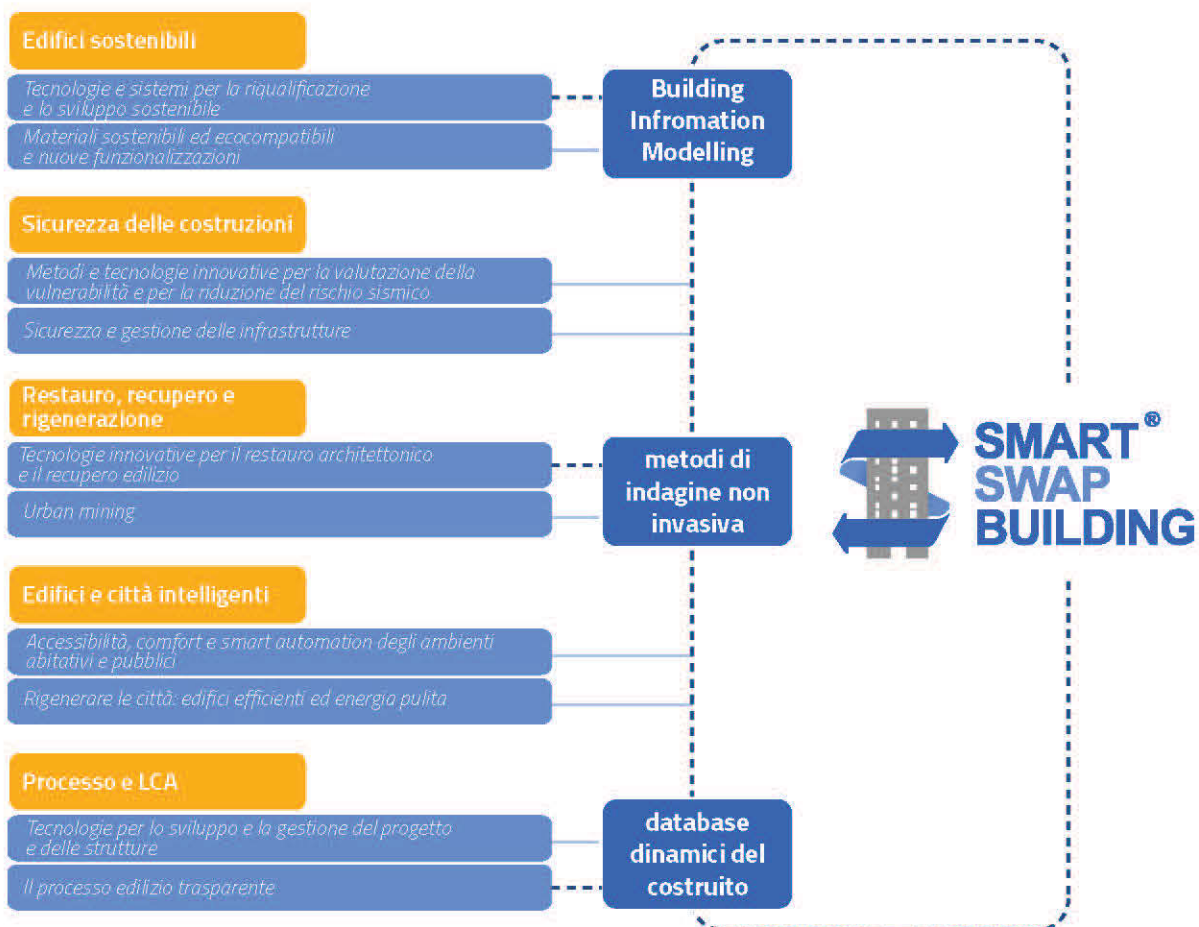


Fig. 5.4 – Ricaduta delle azioni chiave del progetto *Smart Swap Building* in relazione agli obiettivi prioritari *Smart Specialization Strategy* per la filiera Edilizia e Costruzioni

OBIETTIVI PRIORITARI	AZIONE CHIAVE SMART SWAP BUILDING
Tecnologie per lo sviluppo e la gestione del progetto e delle strutture	Implementazione degli strumenti BIM come standard di processo, finalizzato alla generazione di banche dati accessibili e condivisibili per la documentazione di progettazione, costruzione, gestione e programmazione del ciclo di vita di un edificio.
Tecnologie innovative per il restauro architettonico e il recupero edilizio	Diffusione di tecnologie di indagine non invasive (termografia, sensoristica fisico-tecnica integrata, spettrofotometria, indagini soniche, laser 3D, ecc.) ed economicamente sostenibili volte a conoscere preventivamente lo stato di consistenza geometrica e di conservazione del patrimonio, anche diffuso, attraverso l'integrazione di strumenti, processi e servizi per abbattere i costi ancora alti perché confinati negli specialismi di settore.
Il processo edilizio trasparente	Evoluzione tecnologica dei sistemi di <i>Facility Management</i> volta ai principi della dinamicità, implementando database relazionali con la capacità di registrare e gestire <i>big-data</i> finalizzata all'ottimizzazione real-time delle prestazioni gestionali.

In questa direzione il mercato necessita quindi di integrare ulteriori componenti e processi tecnologici in linea con le priorità strategiche. Si possono citare, a titolo esemplificativo ma non esaustivo data la complessità della filiera, i seguenti aspetti.

- Integrazioni di componenti e processi tecnologici: i processi costruttivi tradizionali dovranno confrontarsi e integrarsi sempre di più con quelli leggeri e a secco ibridando materiali tradizionali e tecnologie innovative.
- Cantiere laboratorio di innovazione: il cantiere del recupero diffuso dovrà offrire un'immagine e una sostanza totalmente diverse, non solo per il grado di efficienza di processo, ma anche per le tecnologie volte alla selezione e al recupero dei materiali che dovranno essere una parte fondamentale del cantiere trasparente; il recupero implica un principio di rigenerazione in ogni fase, che nasce nel progetto ma si sviluppa nel cantiere.
- Evoluzione della modalità di comunicazione dell'offerta che nasce dal mercato delle costruzioni: rilanciare la domanda e ri-orientare l'offerta facendo comprendere il grado di innovazione tecnologica, sostenibilità e sicurezza ai cittadini
- Ruolo del sistema bancario e finanziario nel supporto, innesco e tenuta nel tempo dell'intervento di recupero: qualità del progetto, dell'impresa, delle finalità di intervento, del grado di innovazione tecnologica, ecc.

5.2 Analisi dei sistemi innovativi di valutazione del valore immobiliare sulla base degli indicatori individuati

Da sempre il tessuto urbano è il luogo nel quale si realizzano molteplici flussi, differenti per tipologia, quantità e qualità, di persone, oggetti, energia e informazioni. Gli avanzamenti tecnologici volti all'implementazione digitale dinamica che hanno profondamente contrassegnato la variazione dei modelli sociali di relazioni urbane ci stanno avvicinando sempre più alla possibilità di trasformare tali flussi in dati disponibili per innescare importati innovazioni a livello normativo ed economico. Questa capacità è stata recentemente definita da Ricky Burdett, professore presso la London School of Economics (LSE), come una seconda rivoluzione elettrica⁷. Se la prima ha permesso, nel XX secolo, di trasformare il volto delle città dal punto di vista spaziale (sviluppo verticale degli edifici) e dal punto di vista temporale (città attive 24/24h), non siamo ancora in grado di definire la portata del cambiamento storico della seconda. Sebbene siamo ancora distanti dal definire un concetto condiviso di *Smart City*, appare evidente come la capacità di raccogliere, organizzare e utilizzare dati sia una condizione necessaria per la città intelligente. Le prime esperienze di quella che molti, oggi, preferiscono definire *Clever City* hanno dimostrato come sia necessario ibridare gli attuali modelli interpretativi e svilupparne di innovativi per identificare strategie di sviluppo condivise: il confine, ad esempio, tra azioni *top-down* e *bottom-up* risulta sempre più labile. Se da un lato l'identificazione e lo sfruttamento di *big data* può essere uno strumento per la pubblica amministrazione al fine di elaborare nuove strategie di governo del territorio, dall'altro la possibilità diffusa e democratica di accedere al dato (open data), fino alla produzione dello stesso, è elemento di un modello inverso.

5.2.1 Prodotti creditizi dedicati al condominio

Nel 2014, quattro persone su dieci residenti in Europa (EU-28) vivevano in appartamento e il dato cresce ulteriormente di più di una unità se ci soffermiamo a considerare la situazione nazionale⁸. Parallelamente, analizzando lo studio sulla la distribuzione della proprietà e del patrimonio immobiliare condotto dall'Agenzia delle Entrate nel 2012⁹, in relazione alle caratteristiche socio-demografiche ed economiche dei proprietari, emerge che, se si considera che ad ogni abitazione principale corrisponda una famiglia, il 76,6% delle famiglie risulta risiedere in abitazioni di loro proprietà. Questo dato risulta sensibilmente più elevato al Sud (82,1%) e prossimo al dato nazionale al Nord (74,5%), mentre è più basso nelle regioni del Centro (72,8%). Complessivamente sul territorio italiano sono presenti circa 1,1 milioni di condomini per un totale di 28 milioni di appartamenti. Ne consegue pertanto una importante atomizzazione della proprietà immobiliare che, troppo spesso si configura come la maggiore difficoltà ad intervenire sul patrimonio esistente. Sebbene dagli ultimi dati pubblicati dal Cresme si evinca l'inversione di una tendenza storica che dovrebbe portare nei prossimi anni alla diminuzione dei proprietari ed un aumento del sistema dell'affitto, in linea con le medie europee e le tendenze globali, i numeri in termini assoluti rimarranno sostanziosi ancora per parecchi anni, caratterizzando profondamente lo scenario delle dinamiche di riqualificazione degli immobili residenziali.

Come afferma Alessandro Ponti¹⁰, amministratore delegato di Harley&Dickinson (H&D) e presidente di REBuilding Network, al frazionamento della proprietà immobiliare si aggiunge poi un gap culturale in carico non solo ai proprietari ma anche al sistema degli amministratori condominiale. Consapevolezza, quest'ultima, anche dell'Associazioni Nazionale Amministratori Condominiali e Immobiliari – ANACI che negli ultimi anni si sta impegnando direttamente nella formazione dei propri associati. La difficoltà ad intervenire sull'efficienza energetica e la valorizzazione del patrimonio costruito è stata inoltre aggravata alla luce di alcune modifiche normative che,

7 Cfr. RODE P., BURDETT R., *The electric city*, in BURDETT R., RODE P., *The Electric City Newspaper: Urban Age Electric City Conference* (Shoreditch Electric Light Station, London 6-7 December 2012), The London School of Economics and Political Science, Alfred Herrhausen Society, 2-4, 2012.

8 Fonte: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Housing_conditions (online 20.02.2016) - Eurostat, ufficio statistico dell'Unione Europea

9 OSSERVATORIO DEL MERCATO IMMOBILIARE, *Rapporto Immobiliare 2012*. Il settore residenziale, Agenzia delle Entrate, 2015

10 Cfr. CAPRITTI R., *Rebuilding Network, progetto integrato per una nuova cultura della riqualificazione edile*, Infobuildenergia, 25.11.2013 - <http://www.infobuildenergia.it/approfondimenti/rebuilding-network-progetto-integrato-per-una-nuova-cultura-della-riqualificazione-edile-163.html> (online 10.02.2016)

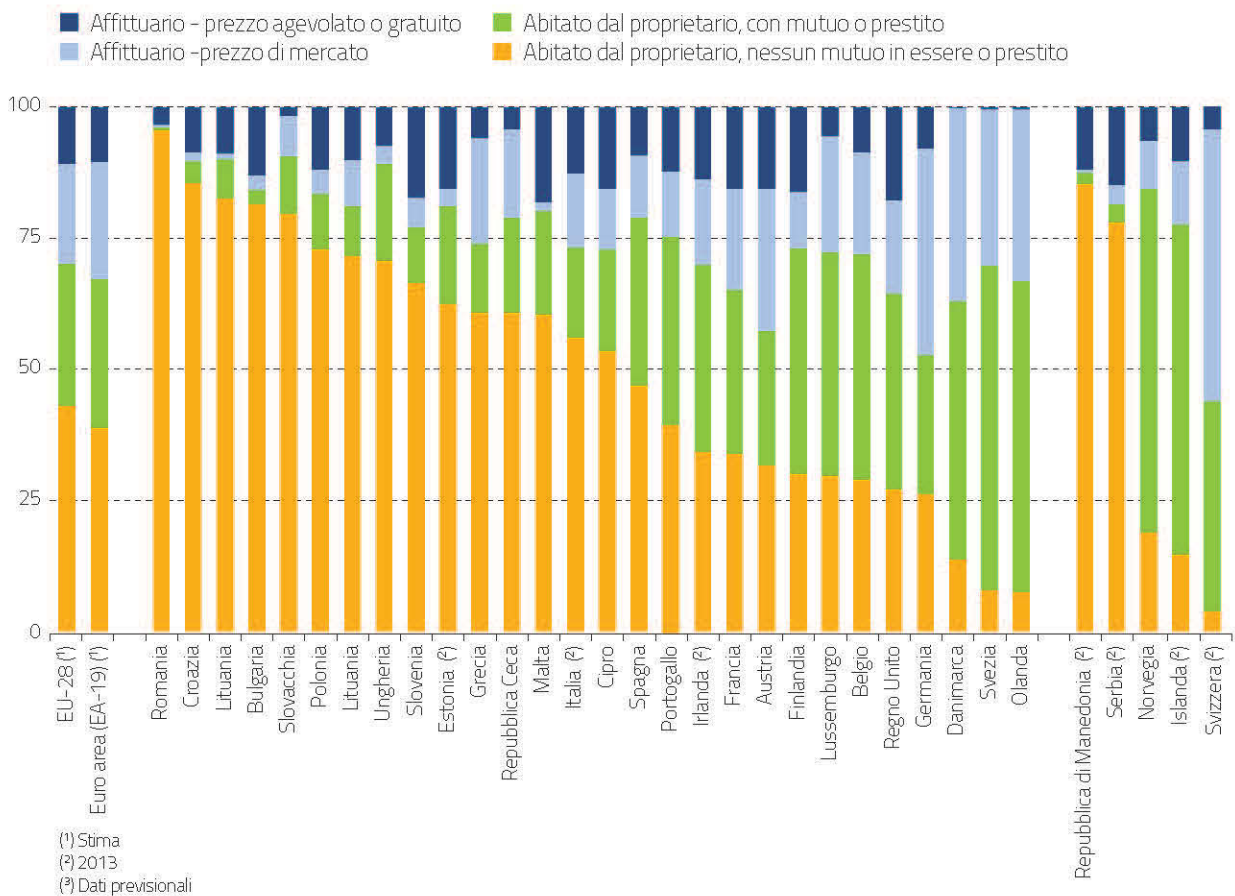
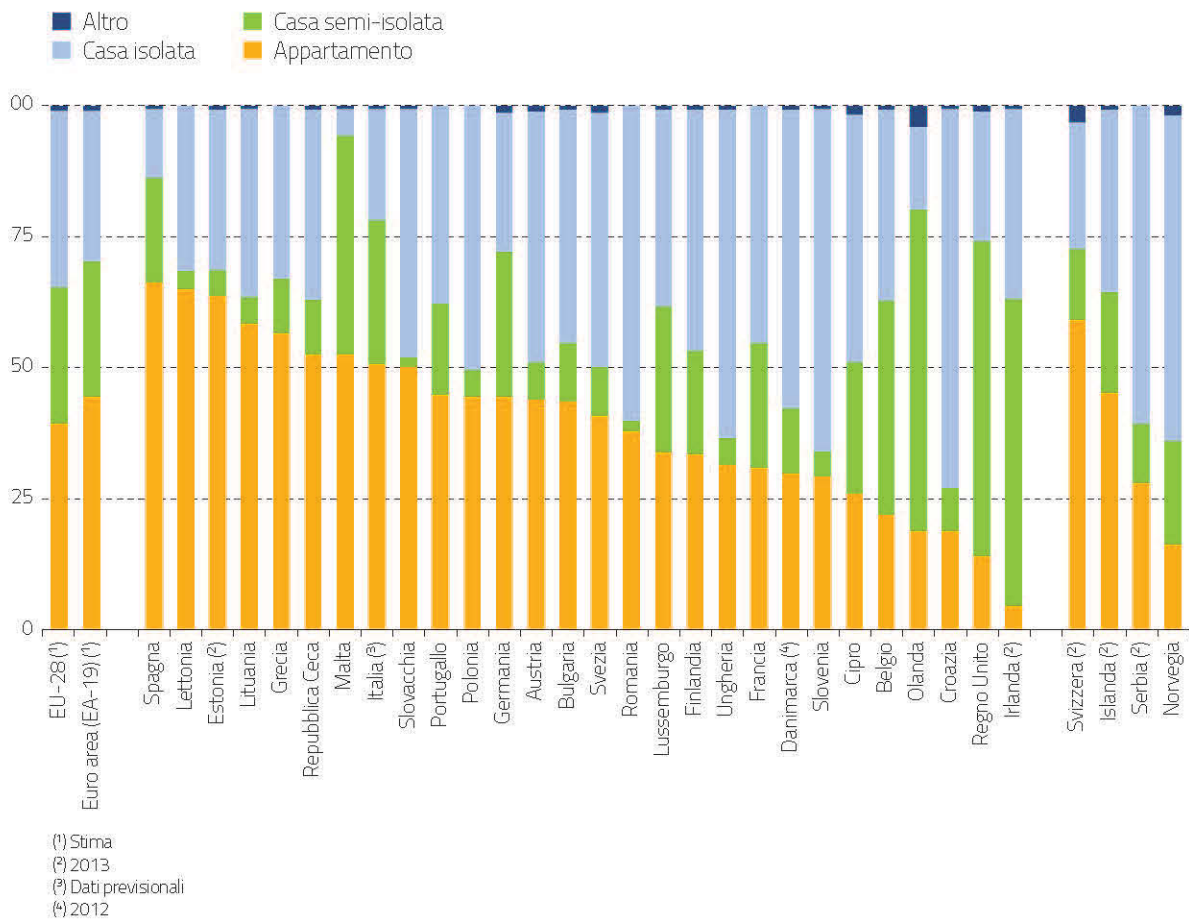


Fig. 5.5 – Distribuzione della proprietà e della tipologia del patrimonio immobiliare residenziale a livello europeo – rielaborazione su fonte Eurostat

in tempo di crisi, si sono rese assolutamente necessarie per tutelare i creditori. L'obbligo imposto all'assemblea condominiale di costituire il fondo per le opere straordinarie e per le innovazioni in condominio, reso obbligatorio dalla riforma legge 220/2012, ha di fatto bloccato le iniziative dei condomini, proprio per le difficoltà nell'accantonare i soldi necessari. Infatti, la morosità che sta sempre più interessando i condomini in questo momento di crisi, ha impedito all'amministratore, in mancanza della totale disponibilità della provvista, di dare il via ai lavori, anche se destinati a protrarsi nel tempo e con pagamenti da effettuare in modo dilazionato. Il Decreto legge *Destinazione Italia* (DL 145 del 2013) che collega la costituzione del fondo allo stato di avanzamento lavori (S.A.L.) nel caso in cui, nel contratto di appalto sottoscritto dal condominio, sia previsto un pagamento graduale in funzione del progredire dell'opera durante l'esecuzione dell'opera ha solo in parte risolto il problema creato facendo riprendere parzialmente l'attività secondo dinamiche a singhiozzo.

Fortunatamente sul mercato sono già apparsi alcuni prodotti finanziari, studiati ad esempio da Ubi o dalla Popolare di Milano, con finanziamenti a tasso zero e senza garanzie, «prodotti che le banche ci rilasciano direttamente per conto dei nostri clienti – dice Ponti – proprio perché investono su una filiera efficientata». Proprio la filiera di Harley&Dikkison infatti, nella rete della quale si contano anche il distretto tecnologico Habitech, iGuzzini, Riello, Saint-Gobain Italia e Schneider Electric, ed interlocutore di riferimento per il progetto Smart Swap Building, ha già superato i 100 milioni di euro di finanziamenti erogati. Oltre il 96% delle pratiche, ad oggi, sono state positivamente deliberate dalle banche e registrano zero insolvenze da parte dei condomini.

Dal punto di vista tecnico Credito Condomino® è un finanziamento rateizzato concesso dalla Banca al Condominio il quale, con regolare delibera in assemblea straordinaria dei condomini, autorizza l'Amministratore a richiedere il prestito per finanziare spese di innovazioni, opere di manutenzione, riparazioni straordinarie di notevole entità, ricostruzione dell'edificio, effettuate da un'Azienda appaltatrice. Esiste la possibilità di richiedere garanzie reali quali il pegno, o garanzie personali ad esempio la fidejussione, anche da parte di terzi. Il condominio rimborserà le somme erogate mediante pagamento periodico di rate costituite da sola quota capitale costante. L'impresa appaltatrice sosterrà un contributo interessi (calcolati sulla base dell'anno commerciale di 360 giorni). Il contributo interessi sarà addebitato in via anticipata, attualizzando il valore degli interessi all'atto dell'erogazione delle singole *tranches* di utilizzo. Il piano di ammortamento potrà essere preceduto da un periodo di preammortamento in cui è previsto il pagamento di soli interessi (calcolati a decorrere dalla data valuta di erogazione e fino alla messa in ammortamento del capitale finanziato), al tasso nominale annuo (TAN).

5.2.2 Relazione tra i sistemi di certificazione energetica e il valore immobiliare

La disponibilità di tali strumenti creditizi apre pertanto la possibilità di collegare direttamente il valore di un intervento sul patrimonio costruito alla capacità di una filiera di minimizzare gli sprechi secondo pratiche certificate. Allo stesso modo il valore immobiliare può essere messo in relazione alla capacità dell'immobile di essere gestito in maniera virtuosa nella propria fase di operatività. In ambito residenziale, in particolare in territorio italiano, non esiste un nutrito numero di esperienze ma alcuni casi studio riferibili a settori paralleli possono essere presi ad esempio. I *Green Lease*, nati come contratti di locazione *verdi*, prevedono l'accordo tra conduttore e locatore finalizzato all'efficientamento energetico e alla gestione sostenibile dell'edificio. I *green lease* si configurano quindi come forme contrattuali capaci di attribuire valore economico all'immobile non solo per la sua costituzione morfologica, ma soprattutto per le prestazioni energetiche. Secondo Jones Lang LaSalle¹¹, compagnia specializzata in servizi immobiliari e gestione dei capitali, questa forma contrattuale può portare, nel breve termine, a risparmi sui costi di *utility* fino al 13%: è chiaro, però, come tale strumento sia stato concepito per un panorama di gestione immobiliare a proprietà indivisa e per soggetti che, di questa attività, ne facciano il loro *core business*. In merito è possibile fare riferimento ad un'esperienza italiana virtuosa in questo ambito: i nuovi uffici della Deutsche Bank a Milano, riqualificazione ad opera dei Park Associati dell'edificio progettato nel 1962 per la società Campari dai fratelli Soncini. Il progetto, commissionato dalla Società di Gestione del Risparmio (S.G.R.) targata Morgan Stanley, è stato rispettoso dell'impostazione originaria ed è stato in grado di trasformare elementi tecnologicamente avanzati all'epoca della costruzione, ma oggi antieconomici e non più sostenibili, in un nuovo sistema capace di raggiungere la certificazione LEED Gold: prima volta in Italia per un caso di *major renovation*. Morgan Stanley S.G.R. ha quindi voluto certificare l'intera operazione grazie ad un sistema capace di tenere in considerazione sostenibilità del sito, gestione dell'acqua, energia e atmosfera, materiali e risorse, qua-

11 FARRELL M., *Perspectives on sustainable tenant strategies*, Jones Lang LaSalle IP, 2013

lità ambientale interna (le 5 aree principali della certificazione LEED). Di conseguenza ha potuto impostare un *green lease* con Deutsche Bank per la nuova sede, che qui ha trovato l'attuazione dei propri obiettivi di *Corporate Social e Environment Responsibility*. I contratti di locazione verdi infatti prevedono, come parte fondamentale dell'accordo, la gestione dell'edificio: un accordo tra conduttore e locatore, compatibilmente con la funzione ospitata, sui termini energetici di esercizio. La prospettiva di concepire gli edifici come sistemi intelligenti capaci di raccogliere dati ed impiegarli al fine di ottimizzare la gestione energetica diventa ancor più fondamentale nel momento in cui questa risulta essere l'elemento di misura economica di un contratto di locazione. Non sono i dati o il sistema di analisi dei flussi degli stessi l'elemento valore in queste esperienze, bensì la capacità di trasformare la possibilità di impiegarli in modelli innovativi di gestione del patrimonio immobiliare.

5.3 Approccio critico alle esperienze di innovazione di prodotto e di processo e loro impatto sugli indicatori esaminati

La natura eterogenea ed episodica di importanti esperienze di innovazione, sia di prodotto che di processo, capaci di configurarsi come strumenti utili alla realizzazione del progetto *Smart Swap Building*, ha condotto alla necessità di strutturare un database di casi studio. In merito sono stati privilegiati progetti realizzati rispetto a singole tecnologie o strumenti immateriali, affinché fosse possibile misurare realisticamente il loro ruolo rispetto alla filiera definita, così come il loro impatto rispetto agli indicatori. Pertanto, in relazione alle aree tematiche oggetto di analisi, i casi studio di riferimento sono stati articolati in schede suddivise in due principali tipologie:

- **applicazione di innovazione di prodotto** - identificano una tecnologia edilizia o l'impiego di componenti innovativi rispetto ad un progetto realizzato che possano apportare benefici rispetto ai requisiti di *Smart Swap Building*;
- **applicazione di innovazione di processo** - analizzano processi edilizi, che presentino configurazioni in comune con *Smart Swap Building* o che possano contribuire a risolverne elementi di criticità, all'interno dei quali sono state apportate innovazioni mediante l'applicazione di strumenti immateriali.

L'identificazione di casi studio non si è limitata a livello nazionale, ma è stata estesa a scala europea. In particolare modo si è fatto riferimento ai principali bacini catalizzatori di esperienze derivanti dai network riferiti ai programmi strutturati di riqualificazione o alle reti create dai maggiori premi nazionali o internazionali riguardanti l'ambito di interesse. In particolare sono state coinvolte le reti RIUSO del CNAPPC e REbuilding Network, così come si è fatto riferimento ai database resi disponibili dai comitati organizzativi di premi di architettura come Fassa Bortolo – Architettura Sostenibile, IQU – Innovazione e Qualità Urbana, AESS (Agenzia per l'Energia e lo Sviluppo Sostenibile) Modena.

In appendice si riportano i 10 casi studio che si è ritenuto rappresentino la parte più significativa del percorso condotto rispetto alle esperienze analizzate, sia in riferimento al posizionamento nel processo edilizio che ai driver di innovazione. Le schede prodotte sono consultabili nelle appendici A.1 (schede di innovazione di prodotto) e A.2 (schede di innovazione di processo). Entrambe sono strutturate per accogliere una parte descrittiva, che entra nel merito dell'esperienza analizzata evidenziandone le caratteristiche salienti, e una parte analitica organizzata per via grafica, che identifica sia il ruolo rispetto alla filiera circolare della vita di un edificio in rapporto alle dimensioni degli strumenti di Building Information Modeling, sia la misurazione dell'impatto dell'esperienza di innovazione sugli indicatori socio-economici, energetici ed ambientali identificati.

5.3.1 Casi studio: definizione delle applicazioni di innovazione di prodotto

Nelle schede di innovazione di tecnologica si è data priorità all'identificazione di applicazioni realizzate piuttosto che a singoli prodotti tecnologici. Non è stato possibile però limitare il campo di indagine al solo ambito della riqualificazione di edifici di tipologia residenziale in quanto questo avrebbe comportato l'esclusione di applicazioni tecnologiche già disponibili sul mercato e direttamente applicabili al settore di interesse del progetto di ricerca. In alcuni casi infatti sono presenti anche edifici di nuova costruzione o a destinazione terziaria: ad esempio il LifeCycle Tower ONE progettato da Hermann Kaufmann, dove viene mostrato un sistema costruttivo ibrido legno-cemento capace di assicurare prestazioni di resistenza al fuoco decisamente superiori rispetto al consolidato utilizzo del solo *Cross Laminated Timber* e già applicabile a sistemi residenziali o alla riqualificazione. Inoltre il caso studio si configura anche come una perfetta situazione di pianificazione delle attività senza sprechi e senza errori e dalla velocità di esecuzione di estremo interesse. Parallelamente non mancano significative esperienze di riqualificazione profonda o operanti sull'involucro dell'edificio con tecnologie all'avanguardia, fino all'impiego di strategie dinamiche per massimizzare gli apporti solari e minimizzare le dispersioni. In tutti i casi è stata prestata particolare attenzione al rapporto con la possibilità di gestire tali innovazioni mediante gli strumenti di Building Information Modeling.

Nella pagina seguente si riporta l'elenco delle schede in appendice A.1, alle quali si rimanda per l'approfondimento dei casi studio di innovazione di prodotto.

NUMERO	CASO STUDIO	AMBITO	PRODOTTO
01	Change of skin, Parigi Atelier du Pont	residenziale: riqualificazione profonda	sistema di facciata: interazione con l'esistente
02	Cenni di cambiamento, Milano Rossi Prodi Associati	residenziale: nuova costruzione	sistema costruttivo: tecnologia a secco
03	LifeCycle Tower ONE, Dornbirn Hermann Kaufmann ZT GmbH	uffici: nuova costruzione	sistema costruttivo: velocità di costruzione
04	Rue du Pepin, Bruxelles Conix Architects	residenziale: costruire nel costruito	integrazione impiantistica: passive house
05	Centro Design RMIT, Melbourne Sean Godsell Architects	uffici: nuova costruzione	sistema di facciata: modelli dinamici

5.3.2 Casi studio: definizione delle applicazioni di innovazione di processo

Anche nelle schede di innovazione di processo, si è cercato di mantenere, per quanto possibile, uno stretto legame con progetti architettonici realizzati. Quando non possibile, si è comunque scelto di fare riferimento a porzioni del processo edilizio effettivamente svolte, anche quando queste non hanno portato alla costruzione o all'intervento fisico su un manufatto. Grazie a tale apertura è stato possibile includere, in particolar modo, esempi di innovazione non ancora riferibili al settore residenziale ma già direttamente ad esso applicabili. Ad esempio, il caso studio che descrive la creazione di un database avanzato per il *Facility Management* del campus della Northumbria University, sebbene non si traduca direttamente in un intervento architettonico, si inserisce perfettamente rispetto ai requisiti del *workflow Smart Swap Building*. Nell'innovazione di processo è stata prestata particolare attenzione all'integrazione di strumenti immateriali, sia digitali, in riferimento alle tecnologie di acquisizione o all'impiego di sistemi BIM, sia processi indipendenti dalla digitalizzazione ma volti alla valorizzazione di processi trasparenti. Di seguito si riporta l'elenco delle schede in appendice A.2, alle quali si rimanda per l'approfondimento dei casi studio di innovazione di processo.

NUMERO	CASO STUDIO	AMBITO	PROCESSO
06	BigYard, Berlino Zanderroth Architekten	residenziale: costruire nel costruito	sistema di committenza: baugruppe
07	Parco dei Mulini, Lugo di Romagna Conti e Galegati Architetti	residenziale: nuova costruzione	sistema di certificazione: GBC Home
08	La Serenissima Office Building, Milano Park Associati	uffici: riqualificazione profonda	valore immobiliare e certificazione: Green Lease
09	Campus Northumbria University, Newcastle upon Tyne Steve Lockley, BIM Academy	campus universitario: costruzione esistente	metodi di gestione immobiliare: BIM FM
10	Teatro Lirico, Milano Comune di Milano	teatro: riqualificazione profonda	sistema di acquisizione e bandi pubblici: laser scanner e BIM

5.3.3 Sistemi di analisi e misurazione dei casi studio

Per uniformare l'analisi e la misurazione dei casi studio riportati sono stati impiegati due differenti sistemi che recuperano elementi già riportati nei capitoli precedenti. Da un lato l'analisi del ruolo in relazione alla filiera digitale riporta tutte le schede a riferirsi in via sintetica alle fasi secondo la classificazione del capitolo 4¹². Dall'altro, la misurazione dell'impatto sugli indicatori recupera il sistema di misurazione proposto nel capitolo 2¹³.

12 Per approfondimento si rimanda al capitolo 4. Nello specifico alla sezione 4.1 Metodologia per la definizione di innovativi processi di riqualificazione

13 Per approfondimento si rimanda al capitolo 2. Nello specifico alla sezione 2.4 Quadro sinottico delle strategie di riqualificazione del patrimonio

Ruolo in relazione alla filiera digitale

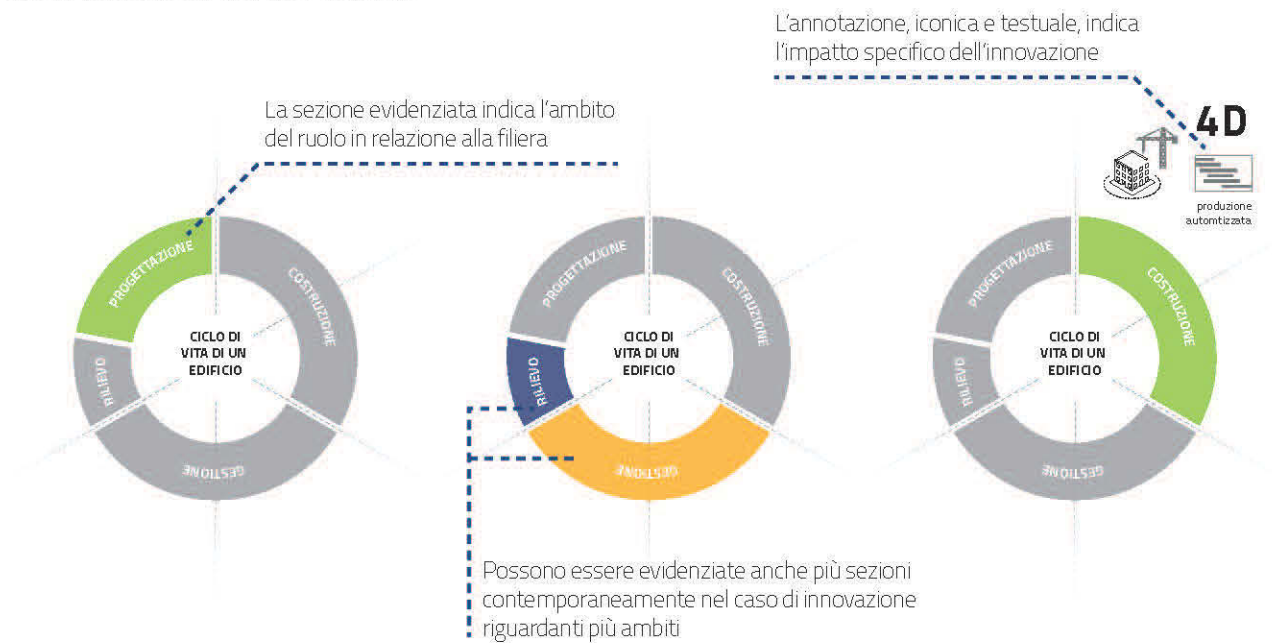


Fig. 5.6 – Funzionamento del grafico di identificazione del ruolo dell'innovazione in relazione alla filiera digitale

In questo grafico di forma circolare si riprende la schematizzazione proposta nel capitolo precedente in merito al rapporto tra le *dimensioni* gestibili dagli strumenti BIM e le fasi del ciclo di vita di un edificio. Per ogni caso il grafico viene declinato sulla situazione specifica presa in esame e vengono mantenute in evidenza le sole sezioni in cui l'innovazione analizzata porta un significativo contributo. L'eventuale integrazione con una parte testuale precisa direttamente sul grafico una eventuale ulteriore delimitazione settoriale. Si consideri che, in particolar modo nei casi di progetti architettonici presi in esame, si verifichi sempre un impatto sull'intera filiera sebbene, per ragioni di schedatura, vengano evidenziate le sole caratteristiche di maggiore rilevanza.

Impatto sugli indicatori

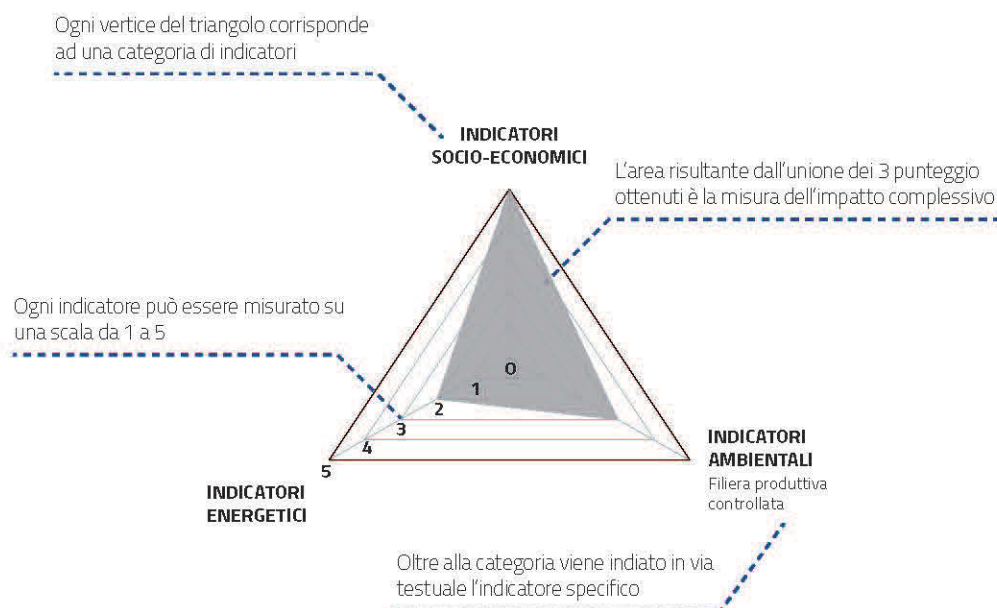


Fig. 5.7 – Funzionamento del grafico di misurazione complessiva dell'impatto dell'innovazione in relazione agli indicatori socio-economici, energetici e ambientali

In questo grafico a forma triangolare è stato possibile effettuare una misurazione su una scala da 0 a 5, dove 0 è il valore minimo e 5 il valore massimo, dell'impatto delle innovazioni proposte sugli indicatori identificati.

Punteggio	Motivazione
0	Non sono riscontrabili attenzioni rispetto all'indicatore preso in considerazione
1	Sono documentati risultati rispetto all'indicatore ma con un impatto inferiore rispetto alla corrente pratica edilizia
2	Sono documentati risultati rispetto all'indicatore con un impatto in linea con la corrente pratica edilizia
3	Sono documentati risultati rispetto all'indicatore con un impatto superiore alla corrente pratica edilizia
4	I risultati documentati risultano essere in linea con i migliori e più avanzati standard del settore
5	I risultati propongono un sostanziale avanzamento rispetto alle sperimentazioni del settore

L'area triangolare derivante dall'unione delle tre singole valutazioni è il metro di misura dell'impatto complessivo dell'innovazione sulle sezioni della filiera identificate nel grafico precedente. Si è voluto adottare tale sistema per via grafica al fine di sottolineare come non esista un limite netto tra le tre macro-categorie di indicatori ma il risultato sia una misurazione dell'impatto complessivo, sebbene sbilanciato, caso per caso, a favore di un aspetto o dell'altro.



Fig. 5.8 – Scheda per la classificazione e l'analisi delle innovazioni e descrizione dei campi identificati - elaborazione originale

5.3.4 Analisi comparativa tra casi studio

A seguito della realizzazione delle schede si è ritenuto opportuno effettuarne una analisi comparative mediante l'ausilio di due quadri sinottici. Da un lato è stata verificata l'effettiva copertura dell'intera filiera oggetti di analisi, mentre dall'altro, a seguito della misurazione dell'impatto sugli indicatori si è cercato di sintetizzare il principale driver di innovazione che caratterizza l'esperienza.

	RILIEVO	PROGETTAZIONE	COSTRUZIONE	GESTIONE
01 - Change of skin	●	●		●
02 - Cenni di cambiamento		●	●	
03 - LifeCycle Tower ONE		●	●	
04 - Rue du Pepin		●		●
05 - Centro Design RMIT		●		●
06 - BigYard		●		
07 - Parco dei Mulini		●		●
08 - La Serenissima Office Building				●
09 - Campus Northumbria University	●			●
10 - Teatro Lirico di Milano	●		●	

	TRASPARENZA	CONSAPEVOLEZZA	SALUTE E BENESSERE	INNOVAZIONE TECNOLOGICA
01 - Change of skin				●
02 - Cenni di cambiamento				●
03 - LifeCycle Tower ONE				●
04 - Rue du Pepin			●	
05 - Centro Design RMIT				●
06 - BigYard	●			
07 - Parco dei Mulini			●	
08 - La Serenissima Office Building		●		
09 - Campus Northumbria University		●		
10 - Teatro Lirico di Milano	●			

	INNOVAZIONE DI PROCESSO	INNOVAZIONE DI PRODOTTO
--	-------------------------	-------------------------

Fig. 5.9– Quadri sinottici di comparazione tra i casi studio - elaborazione originale

Rispetto all'incidenza sulla filiera è possibile affermare che, in particolar modo in dipendenza della scelta di analizzare progetti effettivamente realizzati, l'aspetto progettuale ha una netta predominanza rispetto agli altri. Questi ultimi, ad ogni modo, appaiono in maniera omogenea sebbene non sincronica. Allo stesso tempo è interessante notare come le fasi della filiera rispetto alle quali si tende a divulgare una innovazione, sia connessa a prodotti che a processi, faccia riferimento a scelte progettuali e gestionali, mentre le fasi di costruzione e rilievo sembrano essere più restie all'innovazione.

Rispetto ai driver di innovazione si è invece cercato di evidenziare, rispetto alla misurazione svolta tramite gli indicatori, il principale carattere dell'innovazione. Non si considerino gli altri elementi assenti poiché, come precedentemente indicato nella trattazione, tra tali elementi spesso si denota una commistione. Ad ogni modo, per necessità di classificazione, l'operazione individuata ha messo in luce quanto le necessità di trasparenza e consapevolezza portino ad avvalersi di innovazioni di processo mentre, dall'altro lato, salute e benessere e innovazione tecnologica conducano all'impiego di prodotti innovativi.

5.4 Analisi della capacità dei sistemi informativi avanzati di gestire l'integrazione delle innovazioni individuate

Nella logica di implementazione di strumenti di Building Information Modeling all'interno di un *workflow* di processo complesso come quello definito da *Smart Swap Building*, caratterizzato dalla necessità di colmare lacune di controllo trasparente e consapevole (innovazione di processo) sull'intera filiera, è necessario comprendere la loro capacità di controllo delle innovazioni di prodotto appena approfondite.

In merito è possibile fare riferimento ad una delle principali ricerche del settore, condotta da McGraw Hill Construction nel 2010¹⁴ sul mercato nord-americano dove, come visto nella parte introduttiva di questa ricerca, l'applicazione di sistemi informativi avanzati per la gestione del processo edilizio è già da tempo consolidata. L'indagine condotta su un significativo campione di progettisti e costruttori ha messo in luce come, in linea con le richieste del mercato, il principale campo di applicazione degli strumenti di Building Information Modeling, analizzato in chiave di progettazione sostenibile ed innovativa, sia quello del calcolo prestazionale (fig. 5.10).

A questo ambito si aggiungono, nella definizione delle prime tre attività nelle quali il BIM esprime il maggiore beneficio, la progettazione impiantistica (riscaldamento e raffrescamento) e la progettazione dei sistemi di illuminazione. Seguono poi ulteriori attività come la certificazione sostenibile sull'intero ciclo di vita dell'edificio, la stima dei costi.

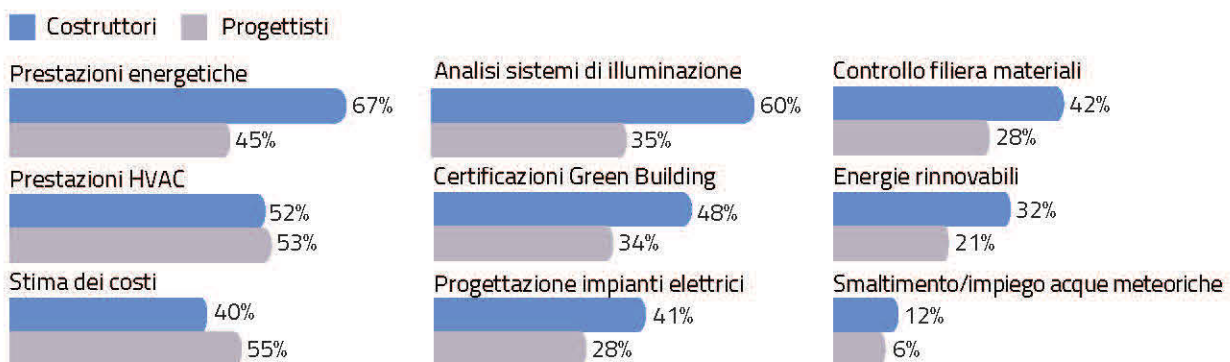


Fig. 5.10 – Capacità di controllo delle innovazioni tecnologiche attraverso gli strumenti di Building Information Modeling - rielaborazione fonte McGrawHill Construction

14 BERNSTEIN H.M., JONES S.A. et al., *Green BIM: How Building Information Modeling is Contributing to Green Design and Construction*, edizione digitale, SmartMarket Report, McGraw Hill Construction, 2010

In linea generale è possibile rilevare come gran parte delle attività caratterizzanti le frontiere di innovazione del processo edilizio siano in grado di trovare una buona risposta strumentale nell'applicazione degli strumenti informativi e, in primo luogo, del Building Information Modeling che si configura come un ottimo ausilio alle pratiche di progettazione sostenibile, permettendo di effettuare scelte progettuali coerenti con gli obiettivi da raggiungere.

Al tempo stesso è necessario sottolineare come proprio in tale ambito gli sviluppatori software stiano concentrando i propri sforzi, rilasciando i più avanzati strumenti di calcolo energetico da utilizzare sul requisito fondamentale di un BIM. Don McLean, presidente della Integrated Environmental Solutions, ha affermato come "la buona traduzione di grandi quantità di dati dai modelli agli strumenti di analisi sia il settore dove la prossima generazione di strumenti BIM potrà avere un futuro incredibilmente importante nell'assicurare all'industria delle costruzioni maggiore produttività e sostenibilità"¹⁵.

Da queste valutazioni emerge pertanto come l'implementazione degli strumenti di Building Information Modeling non sia soltanto la risposta all'efficientamento di un processo costruttivo tradizionale, ma sia anche un requisito per poter continuare ad innovare anche in futuro. Se effettivamente la gestione delle innovazioni da qui ai prossimi anni passerà per strumenti BIM, l'adeguamento allo standard di settore si dimostra sempre più necessaria.

15 "[Good translation of large quantities of data from the model to analytical tools] is where the next generation of BIM tools can have an incredibly important future in making sure the construction industry is more productive and green." - McLEAN D., *Performance Analysis: The Key to Designing Truly Sustainable Buildings*, Green Building Journal, 2011

CAPITOLO 6

Analisi delle criticità caratterizzanti l'incertezza di processo

6.1 Identificazione delle cause di incertezza nel processo edilizio	135
6.1.1 Definizione degli indicatori per la misurazione dell'incertezza di processo	137
6.2 Misurazione dell'incertezza per categoria, frequenza e impatto	139
6.2.1 Misurazione dell'impatto su tempistiche, costi e qualità	140
6.3 Valutazione dell'impatto dei sistemi informativo-rappresentativi sulla gestione di processo	143
6.3.1 Analisi dei benefici riscontrati in differenti realtà territoriali	144

Il sesto capitolo analizza le criticità caratterizzanti l'incertezza del processo edilizio. I confronti sistematici con i portatori di interessi, grazie ai tavoli tecnici condotti, hanno dimostrato come l'incertezza del processo edilizio sia percepita da tutti i soggetti coinvolti (committenti, costruttori e progettisti) come una delle maggiori problematiche, in accordo con i più recenti studi di mercato.

Mediante strategie indirette di indagine si è fatto riferimento alle principali ricerche di settore delineanti tale problematica al fine di misurare, attraverso l'analisi di filiere costruttive dove l'introduzione di sistemi informativo-rappresentativi è più avanzata, quanto l'impiego di una filiera digitale integrata possa portare benefici al processo edilizio nel suo complesso in termini di riduzione di tempi ed errori, parallelamente ad un contenimento dei costi ed ad un miglioramento prestazionale.

6.1 Identificazione delle cause di incertezza nel processo edilizio

Virtualmente tutti gli edifici hanno variazioni non preventivate in fase di costruzione: alcuni sono soggetti a errori di progettazione o omissioni, altri invece a condizioni specifiche del sito di costruzione, avversità meteorologiche o modifiche del costruttore su materiali e metodi di costruzione. Generalmente è richiesto al committente di affrontare parte di questo rischio nella complessità del progetto attraverso l'inserimento di apposite voci di costo relative a tali contingenze ma, in considerazione dell'attuale condizione economico-finanziaria, sempre più spesso emerge la necessità di ridurre tale tolleranza di incertezza per le sue ripercussioni sui costi, indipendentemente dalla scala del progetto. Secondo la definizione di Frank Knight *"l'incertezza va considerata in un senso radicalmente distinto dalla nozione familiare di rischio, dalla quale non è mai stata propriamente separata[...]. Il fatto essenziale è che "rischio" significa in alcuni casi una quantità suscettibile di misura, mentre altre volte è qualcosa distintamente non di questo tipo; e ci sono differenze cruciali e di vasta portata nell'influenza di questi fenomeni a seconda di quale dei due è realmente presente ed operante[...]"*¹. L'incertezza è pertanto definibile come la mancanza di certezza, uno stato di conoscenza limitata in cui è impossibile descrivere esattamente lo stato esistente, i risultati futuri o più di un risultato possibile: ne consegue che in uno stato di incertezza si realizza il *rischio* per cui alcuni possibili risultati hanno un effetto indesiderato o una perdita significativa². Tale definizione è inoltre in linea con quanto è possibile ritrovare nella norma ISO 73:2009 *"Risk management – Vocabulary"*³, dove il rischio è inteso come l'effetto dell'incertezza sugli obiettivi.

In ambito edilizio, secondo Giancarlo Paganin, *"la complessità del processo [...] genera un quadro di incertezza, e conseguentemente di rischio, che difficilmente trova eguali in altri ambiti della produzione industriale anche apparentemente più complessi e tecnologicamente sviluppati"*⁴. In metrologia l'incertezza o margine di errore di una misurazione è gestita mediante un *delta* di variazione che quantifica tale concetto: secondo il *"Vocabolario internazionale di metrologia"*⁵, infatti, per incertezza di misura si intende un parametro non negativo che caratterizza un intervallo di valori attribuiti a un misurando. Diverso è invece parlare di incertezza del processo edilizio, dove la misura dell'incertezza rispetto al raggiungimento degli obiettivi può essere condotta a partire da alcune riflessioni su dati relativi ai tre *"obiettivi essenziali"* di un processo edilizio: qualità, tempo e costi⁶. Per comprendere in maniera più approfondita tale situazione è necessario fare riferimento alle principali ricerche di settore per definire quale sia un ragionevole livello di incertezza in accordo con le principali tecnologie coinvolte nel progetto Smart Swap Building.

In accordo con lo studio del 2012 condotto da Dougherty, Hughes e Zack⁷, che somma le statistiche provenienti da più di 25 *papers* coprendo la costruzione di 359 progetti tra edifici ed infrastrutture, sebbene solitamente si ritenga comunemente che l'impatto sia maggiore, i costi diretti da lavorazioni ripetute a causa solamente di errori ed omissioni in fase progettuale si attestano tra lo 0,5% e il 2,6% del costo di costruzione totale. L'insieme di tutti i restanti elementi, con specifico riferimento a problemi collaborativi nel processo o eventi imprevedibili, ha invece un impatto tra il 4,03% e il 6,05% sui costi diretti. Se poi si considerano anche i costi indiretti legati a questi, che spesso non sono documentati, il costo totale subisce un aumento tra il 7,25% e il 10,89% per le lavorazioni ripetute in relazione ad ogni tipologia di fattore. Alla luce della crescente complessità dei progetti e delle

1 KNIGHT F.H., *Rischio, incertezza, profitto*, La nuova Italia, Firenze, 1960 – traduzione da: *Risk, Uncertainty, and Profit*, Hart, Schaffner and Marx, Houghton Mifflin (Boston, MA-USA), 1921

2 Cfr. HUBBARD D., *How to Measure Anything: Finding the Value of Intangibles in Business*, John Wiley & Sons, 2007

3 ISO Guide 73:2009, *Risk management – Vocabulary*, edizione inglese, 15.11.2009 – http://www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber=44651 (online 20.02.2016)

4 CERUTTI A., PAGANIN G., *Risk Management per l'edilizia. Tecniche e strategie per la gestione del rischio*, Dario Flaccovio Editore, 2012

5 ISO/IEC Guide 99:2007, *International vocabulary of metrology – Basic and general concepts and associated terms (VIM)*, edizione inglese, 15.12.2007 – http://www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber=45324 (online 20.02.2016)

6 Cfr. SMITH. N.J., MERNA, T., JOBBLING P., *Managing Risk in Construction Projects*, 2nd edition Oxford Blackwell Publishing, 2006

7 DOUGHERTY J.M., HUGHES N., ZACK J.JR., *The Impact of Rework on Construction & Some Practical Remedies*, Navigant Construction Forum, August, 2012

condizioni al contorno tale dato è in crescita: gli studi condotti tra il 2002 e il 2011 dimostrano come il costo delle lavorazioni ripetute sia più che raddoppiato in relazione al costo totale di costruzione rispetto alla decade precedente. Sebbene non siano stati effettuati più approfonditi studi in merito, in questa prima fase è possibile ritenere che la necessità di competenze maggiori e la diminuzione dei budget abbia inciso negativamente su tale aspetto.

In tale ambito, con riferimento alla letteratura scientifica di settore, è possibile definire alcune variabili che possono essere associate al tasso di errore.

- Dimensione del progetto: cambiamenti per errori ed omissioni sono generalmente in percentuale maggiore, sebbene sia necessario notare come la tendenza venga invertita al superamento di budget particolarmente elevati.
- Complessità del progetto: la complessità del progetto opera altrettanto come fattore di rischio per errori, sebbene in letteratura sia difficile riscontrare una definizione univoca. Sicuramente la riqualificazione edilizia è ritenuta un'esperienza soggetta a maggiori complessità, in linea con alcune ricerche risalenti alla fine del secolo scorso che attribuiscono tassi di errore tra il 2,5% e il 5% per progetti di ristrutturazione o riqualificazione e tra l'1% e il 2% per progetti di nuova costruzione.⁸
- Localizzazione: progetti condotti in territori soggetti a normative edilizie differenti (altre regioni o altri stati) rispetto a quelli abituali per progettisti e costruttori sono soggetti a maggiori percentuali di variazione di costi dovuti a errori in comparazione con progetti locali secondo lo studio di Dougherty, Hughes e Zack⁹, con un tasso di 2.1% rispetto all'usale 1.7%.
- Metodo di appalto: è generalmente condivisa la stima che individua il processo dBB (*design-bid-build*) come il più soggetto ad errori a causa della sua sequenzialità e della conseguente separazione delle competenze lungo il percorso. Ma al tempo stesso sono pochi i dati empirici a dimostrazione di questo aspetto. Alcune ricerche condotte nel mondo anglosassone dall'Università del Colorado e dall'Università di Penn sono attualmente in corso. In settori affini, come quello dell'*automotive*, l'Automotive Industry Action Group¹⁰ ha invece già dimostrato come il metodo *design-bid-build* sia soggetto ad un aumento di costi per errori dello 0,5% contro l'1% del più semplice *design-build*.
- Altri fattori che sono considerati comunemente come presupposti ad un aumento di errore sono la necessità di una realizzazione più veloce di quella tradizionale o una iniziale incertezza sul budget di progetto o sui suoi obiettivi.

A questa condizione di sommano i due temi emersi dall'analisi precedente dello stato dell'arte e dal confronto con gli *stakeholder* della filiera regionale, al fine di ridurre gli errori progettuali e la loro ricaduta in ambito economico¹¹:

- migliore comunicazione tramite l'implementazione di strumenti informativi dedicati;
- maggiore certezza del dato al fine di facilitare i processi decisionali.

L'aspetto tecnologico del miglioramento della comunicazione si traduce in una implementazione estensiva e intelligente di tecnologie di Building Information Modeling e strumenti digitali di progettazione. In sintesi questi permettono a tutti gli attori coinvolti di accedere ed interagire ad un dato comune ed aggiornato, accurato e tracciabile. Questo si configura come condizione necessaria per garantire processi decisionali più accurati e, di conseguenza, una collaborazione più efficiente. A tal fine vale la pena fare riferimento a studi condotti in

8 Cfr. AIAG, *Guidelines for Improving the Accuracy of Architect/Engineer Construction Documents*, Automotive Industry Action Group, 1999

9 DOUGHERTY J.M., HUGHES N., ZACK J.JR., *The Impact of Rework on Construction & Some Practical Remedies*, op.cit.

10 AIAG, *Guidelines for Improving the Accuracy of Architect/Engineer Construction Documents*, op. cit.

11 Per approfondimento si rimanda al capitolo 4. Nello specifico 4.3.4 Risultati operativi dei tavoli tecnici di confronto sull'ipotesi di processo

ambito nordamericano dall'American Consulting Engineers Council¹² a dimostrazione del beneficio derivante dalla continua collaborazione tra progettisti e costruttori durante l'intera fase di realizzazione di un manufatto. Inoltre, nella previsione di un flusso di lavoro complesso come quello proposto dal progetto strategico regionale è irrealistico attendersi che i portatori di interessi appartenenti alla categoria dei committenti comprendano interamente l'aspetto progettuale in maniera da fornire perfette indicazioni funzionali. Di conseguenza progettisti e costruttori, al fine di agevolare il realizzarsi dell'operazione, dovranno farsi carico di colmare tale divario.

6.1.1 Definizione degli indicatori per la misurazione dell'incertezza di processo

Il livello di capacità di progettisti e costruttori di dare risposta alle aspettative dei committenti in termini di qualità, costi e tempistiche è ciò che determina la capacità di minimizzare l'incertezza di processo. Sebbene anche progettisti e costruttori abbiano tra i propri obiettivi una maggiore certezza nel flusso di lavoro, questa è di fatto valutabile, in termini reali, solo nell'ottica dei committenti.

Le ricerche di settore dimostrano chiaramente come esista una differenza prospettica tra committenti, progettisti e costruttori in relazione alle cause di incertezza in un progetto edilizio: la naturale tendenza ad addossare ad altri attori la responsabilità di variazioni con ripercussioni sui costi non è altro che il sintomo di un'incapacità di trasmettere in maniera trasparente il dato attraverso il processo. Nonostante questo è possibile affermare come imprevisti legati alle specificità del sito siano tra le prime cause per tutti e tre gli attori citati. Ne consegue pertanto una conferma della necessità di spendere ancora maggiore attenzione nella fase di indagine sul costruito, in particolar modo nel caso di progetti per la riqualificazione dell'esistente come quello teorizzato in *Smart Swap Building*.

Ad ogni modo possono essere effettuate ulteriori considerazioni in questo ambito:

- requisiti progettuali incerti sono identificati da tutti e tre gli attori come principale fattore attribuibile al committente;
- i costruttori generalmente dichiarano errori da parte dei progettisti in misura maggiore di quanto i progettisti non percepiscano;
- la maggior parte dei problemi di coordinamento in fase di costruzione è comunque imputabile al principale costruttore/appaltatore;
- nonostante una esigua minoranza di costruttori/appaltatori dichiari di trarre beneficio dalle incertezze progettuali, progettisti e committenti ritengono che la percentuale sia molto superiore.

La rimarcata differenza di prospettive sui fattori tra le tre differenti classi di *stakeholders* rivela pertanto la necessità di individuare indicatori certi per la valutazione di questo aspetto e un sistema di valutazione oggettivo. Poiché in ambito esclusivamente nazionale persiste una mancanza di dati strutturati su un campione significativo di attori interessati, si è scelto di fare riferimento, secondo l'applicazione di un modello indiretto di analisi, ai dati resi disponibili da McGrawHill Construction tramite la ricerca di settore condotta livello europeo e nordamericano nel 2014¹³ e si stima che il campione sia risultate in circa 315 attori suddivisi tra committenti, progettisti e costruttori/appaltatori. I dati prodotti nel sondaggio sono stati pertanto analizzati e normalizzati identificando 7 principali fattori rispetto ai quali è possibile imputare elementi generatori di incertezza rispetto al processo di progettazione e realizzazione di un edificio residenziale.

12 ACEC Risk Management Committee, *Client Expectations of Perfection*, American Consulting Engineers Council, 2005 – ACEC, *The Cost of Perfection in Public Works Projects: A Design Professional's Perspective*, American Consulting Engineers Council, 2006

13 AA.VV., *Managing Uncertainty and Expectations in Building Design and Construction*, SmartMarket Report, McGraw Hill Construction, 2014

Di seguito sono elencati i fattori di variazione del processo identificati, sulla base dei quali è stata effettuata la normalizzazione dei dati:

- variazione delle tempistiche, con particolare riferimento all'accelerazione dei tempi di esecuzione;
- cambiamenti imposti dalla committenza, come variazioni sulla quantità e tipologia di alloggi;
- errori in fase di progettazione, in particolare causati dalla scarsa conoscenza dello stato di fatto;
- omissioni in fase di progettazione, dovute ad una non corretta redazione degli elaborati progettuali;
- problemi di coordinamento in fase di costruzione, spesso dovuti a scarso dialogo tra gli attori;
- imprevisti di cantiere, che generano la necessità di modifiche progettuali e di esecuzione;
- ritardi in fase di costruzione per lavorazioni programmate con tempistiche errate.

È interessante notare come in sei dei fattori identificati la responsabilità possa essere attribuita ad una precisa figura.

- **Committenti:** possono essere ritenuti, a ragione, in possesso della maggiore capacità decisionale ed in grado di esprimere necessità per accelerare l'esecuzione di un'opera così come il vararne il programma funzionale in corso d'opera.
- **Progettisti:** a loro è imputata buona parte della capacità previsionale e pertanto sono soggetti ad incapacità di prevedere alcuni aspetti dell'esecuzione così come di trasmetterne in maniera comprensibile tutti i dati.
- **Costruttori/appaltatori:** in forza della loro capacità di tradurre un progetto in un manufatto sono percepiti come i principali responsabili delle problematiche di coordinamento o di esecuzione.

Solo gli imprevisti legati al cantiere, sebbene in parte contenibili grazie ad una precisa e puntuale indagine preliminare così come ad un'attenzione diffusa all'allestimento dello stesso, non possono essere imputati in maniera esclusiva ad una figura in particolare, rappresentando la quota di aleatorietà tipica di ogni processo realizzativo.

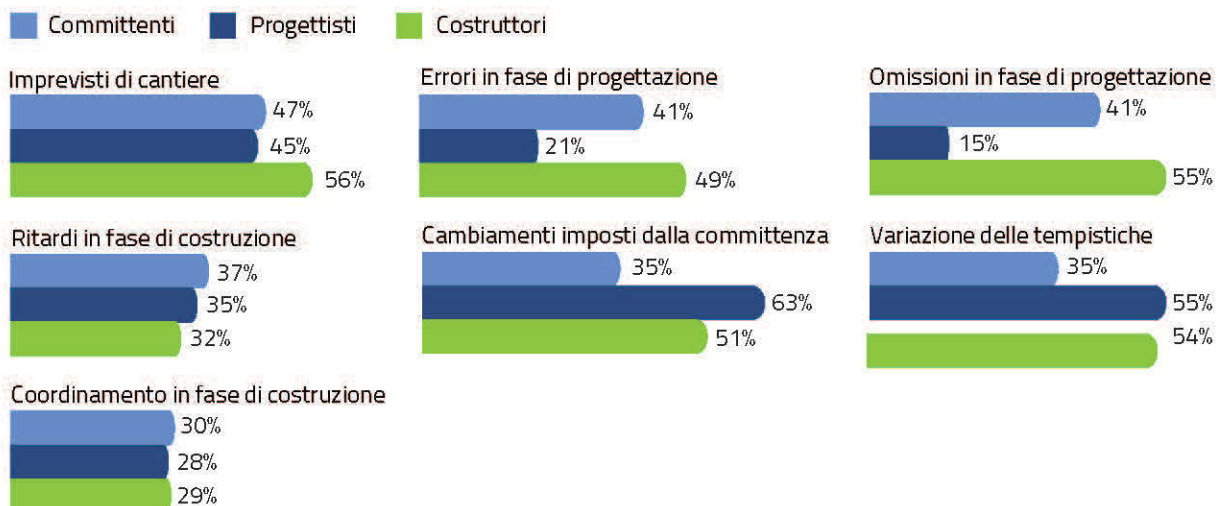


Fig. 6.1 – Principali fattori di incertezza nel processo edilizio per categoria – rielaborazione fonte McGraw-Hill Construction

6.2 Misurazione dell'incertezza per categoria, frequenza e impatto

Definiti gli indicatori di incertezza è necessario inoltre comprendere come i fattori di incertezza si caratterizzino sia per frequenza che impatto: una causa può verificarsi frequentemente ma avere basso impatto così come, al contrario, la rarità non è sinonimo di impatto elevato. È di conseguenza necessario inquadrare, in tale misurazione, il rapporto frequenza/impatto per ogni fattore al fine di definire le priorità di identificazione di soluzioni operative. Concentrandosi sull'aspetto dei costi di progetto sono state normalizzate le scale dei sondaggi presi in considerazione per ognuno dei fattori precedentemente definiti su una scala a 1 a 100 rispetto al rapporto frequenza e impatto.

Fattori maggiormente influenti	Indice (1-100)
Cambiamenti imposti dalla committenza	84
Omissioni in fase di progettazione	59
Coordinamento in fase di costruzione	53
Imprevisti di cantiere	51
Errori in fase di progettazione	50
Variazione delle tempistiche	38
Ritardi in fase di costruzione	37

Fig. 6.2 – Frequenza e impatto degli indicatori di misurazione dell'incertezza nel processo edilizio – rielaborazione fonte McGraw-Hill Construction

Da questo emerge chiaramente come le variazioni sul programma funzionale ad opera dei committenti sia la causa con maggiore impatto sui costi (84/100), anche in conseguenza della sua alta frequenza (60/100). Poiché questi cambiamenti devono essere necessariamente recepiti si configurano inevitabilmente come significativi sul budget di progetto.

A seguire risultano essere le mancanze o lacune nel progetto ad impattare sui costi (59/100), caratterizzando circa la metà dei progetti (54/100). In questo caso è necessario indicare come potenzialmente le lacune progettuali possano condurre alle maggiori implicazioni in termini di budget a causa dell'aleatorietà del tipo di omissione. Scorporando in questo caso i dati per categoria di utente è interessante notare come il 48% dei costruttori riporti la presenza di lacune progettuali in ogni progetto.

Parallelamente le problematiche di coordinamento in fase di costruzione hanno un analogo impatto (53/100) e, insieme al fattore precedente, è possibile rilevare in letteratura una tendenza ad una diminuzione sia di impatto che di frequenza, con un prevalere però della seconda, in quelle filiere edilizie in cui l'utilizzo del BIM sia già attestato da anni.

Specifici imprevisti connessi al sito si configurano sempre come un potenziale problema di costo e, sebbene mitigabili con indagini più approfondite, sono arginabili unicamente grazie una valida strategia di gestione delle variazioni nel processo. Gli errori progettuali, dall'altro lato, sembrano configurarsi meno probabilmente e con un impatto inferiore rispetto alle omissioni, così come un basso impatto unito a bassa frequenza è attribuibile alla necessità di realizzazione in tempi più rapidi.

È chiaro come questa analisi mostri che la maggiore riduzione dell'incertezza andrà operata definendo un programma funzionale del progetto di riqualificazione in maniera certa ma, al tempo stesso, l'implementazione di strumenti informativi di tipologia BIM può essere sicuramente di ausilio nella traduzione progettuale e realizzativa degli intenti di trasformazione.

6.2.1 Misurazione dell'impatto su tempistiche, costi e qualità

Il maggiore disallineamento tra gli attori è rilevabile sul tema delle tempistiche.

Un alto numero di progettisti (90%) e costruttori (87%) ritiene di rispettare frequentemente le scadenze mentre meno dei due terzi dei committenti (64%) è in accordo con questa visione. Di conseguenza una percentuale significativa (11%) dichiara di essere poco soddisfatta in merito.

Gli imprevisti legati al sito di costruzione sono, in accordo con tutte e tre le tipologie di attori, il fattore di maggiore impatto sulle tempistiche. Dall'altro lato invece, un alto numero di progettisti (31%) ritiene che le variazioni sul programma funzionale siano di grande impatto, mentre i committenti (14%) non concordano.

Analogamente si può ritrovare lo stesso rapporto tra costruttori (17%) e committenti (8%) per quanto riguarda l'accelerazione del cantiere. Poiché la gestione delle tempistiche è considerata essere più pertinente ai costruttori che ai progettisti, i fattori imputabili ai primi (problemi di coordinamento in fase di costruzione e problematiche di esecuzione) si attestano come più influenti in questa sezione che su costi e qualità. Ad ogni modo resta anche in questo caso il divario tra quanto osservato da architetti e committenti rispetto ai costruttori stessi, che nominano più raramente le cause a loro associate come fattore influente.

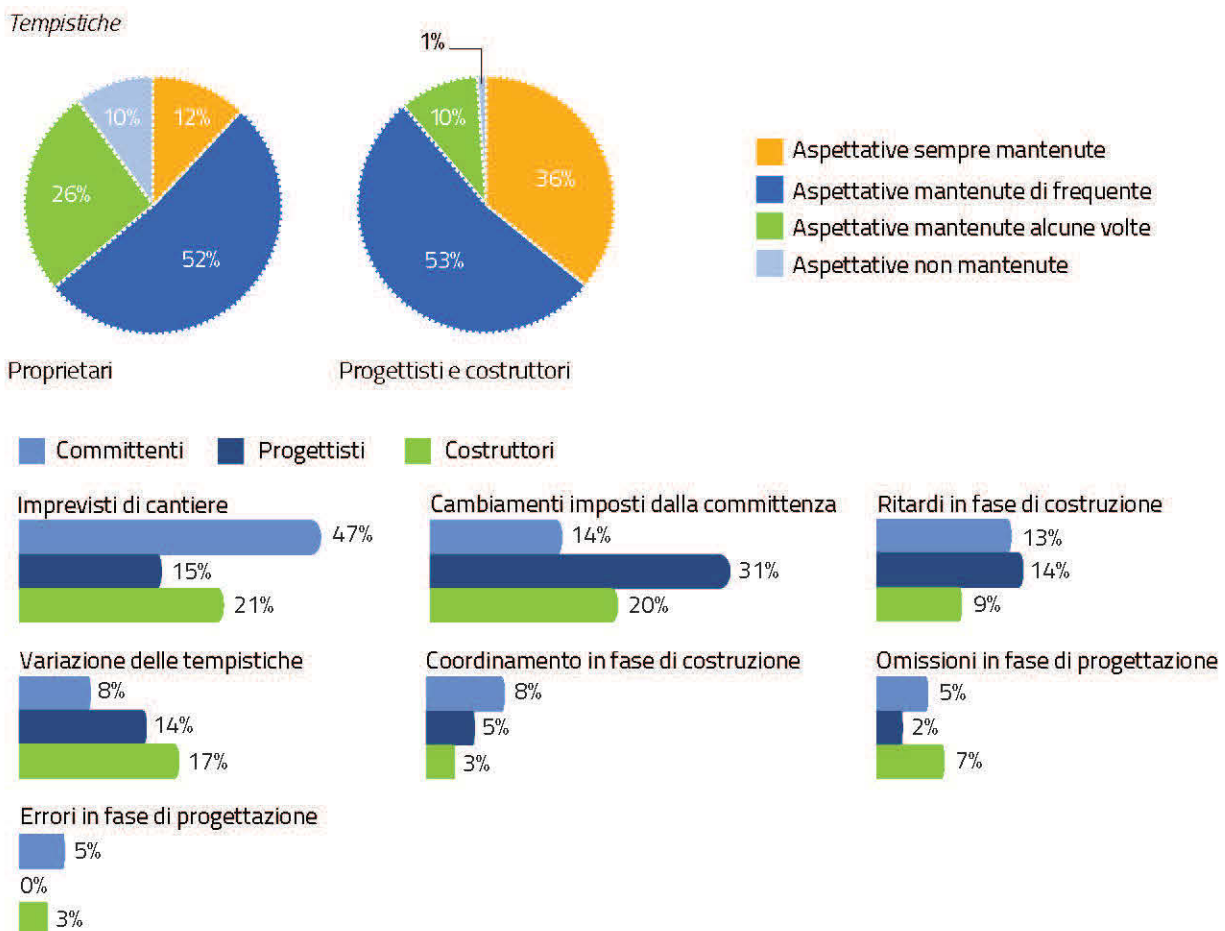


Fig. 6.3 – Capacità di soddisfare le aspettative e fattori di incertezza nel processo edilizio con impatto sulle tempistiche – rielaborazione fonte McGrawHill Construction

Le percezioni dei differenti attori iniziano invece ad allinearsi sul tema dei costi.

Poco meno dei due terzi dei committenti (63%) si dichiara soddisfatto delle aspettative sui costi sebbene costruttori (91%) e architetti (85%) ritengano di raggiungere frequentemente il loro obiettivo. La percentuale di costruttori che ammette l'incapacità di raggiungere le aspettative di costi dei committenti è pressoché nulla (1%) mentre, dall'altro lato, sono presenti alcuni committenti che lamentano questo aspetto (7%).

Il programma funzionale è ritenuto essere l'elemento più influente sul costo complessivo della costruzione ma, ancora una volta, le parti interessate nell'analisi mostrano un sostanziale divario nella valutazione di questo aspetto. Il 44% degli architetti definisce questo come l'elemento più impattante, mentre solamente una esigua percentuale di committenti (16%) concorda con tale visione. Questo disallineamento è forse la principale dimostrazione della mancata trasparenza del mercato ed è la base su cui impostare un dialogo costruttivo tra le parti per comprendere dove risiedano gli ostacoli comunicativi.

Completamente nulla è la percentuale dei progettisti che sceglie come fattore più impattante sui costi gli errori di progettazione mentre, seppur in piccolissima misura (2%), la lacuna nei documenti progettuali è elencata in questa categoria. Interessante è l'opinione dei costruttori in merito: solo il 10% di loro individua una delle due cause come quella di maggiore impatto sui costi, avvalorando la tesi dei primi.

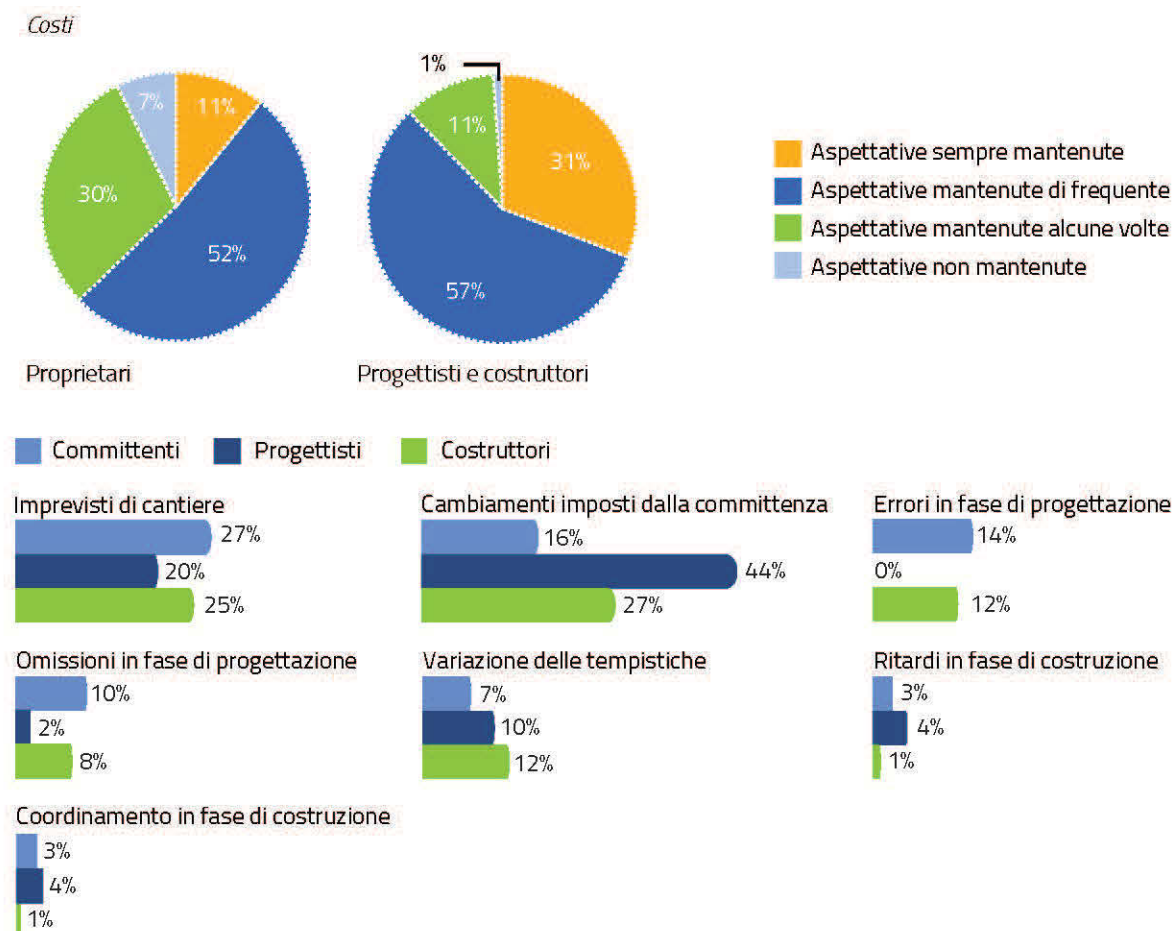


Fig. 6.4 – Fattori di incertezza nel processo edilizio con impatto sui costi – rielaborazione fonte McGrawHill Construction

L'allineamento di opinioni diviene ancora più evidente nel confronto in termini di qualità dell'edificio realizzato: qui infatti la quasi totalità di progettisti (99%) e costruttori (97%) dichiara di raggiungere le aspettative dei committenti che, in buona maggioranza (86%) si dichiarano d'accordo. In questo caso è interessante sottolineare che, nei paesi in cui anche nella fase di gestione dell'edificio si è già iniziato ad implementare sistemi BIM, questo gioca un ruolo importante: qui il 93% dei committenti/gestori che si inseriscono in un processo informatizzato si dichiarano soddisfatti in termini di qualità del progetto realizzato, contro 84% dei committenti che partecipano ad una filiera tradizionale.

Complessivamente il 24% degli attori dichiara di riscontrare nell'accelerazione dei tempi di costruzione la principale causa di diminuzione della qualità. Anche in questo caso una analisi più approfondita mostra delle differenti visioni tra categorie. Circa un terzo (32%) di progettisti e costruttori attribuisce il ruolo di principale elemento di incertezza qualitativa a tale accelerazione contro il solo 16% dei committenti, ai quali, nella maggior parte dei casi, è imputabile tale scelta.

La stessa tendenza si riscontra nel caso di variazioni sul programma funzionale, dove i progettisti che identificano questo come maggior fattore ad impatto sulla qualità sono il doppio (19%) rispetto ai committenti (10%).

Gli errori di progettazione sono invece il maggior fattore indicato dai committenti (17%), mentre i progettisti che lo riconoscono sono pochi (5%). Analoga è la situazione in merito alle omissioni. Questo dato non è da interpretare come disinteresse dei progettisti in merito a questo aspetto ma semplicemente che l'attribuzione al fattore di maggior impatto è differente.

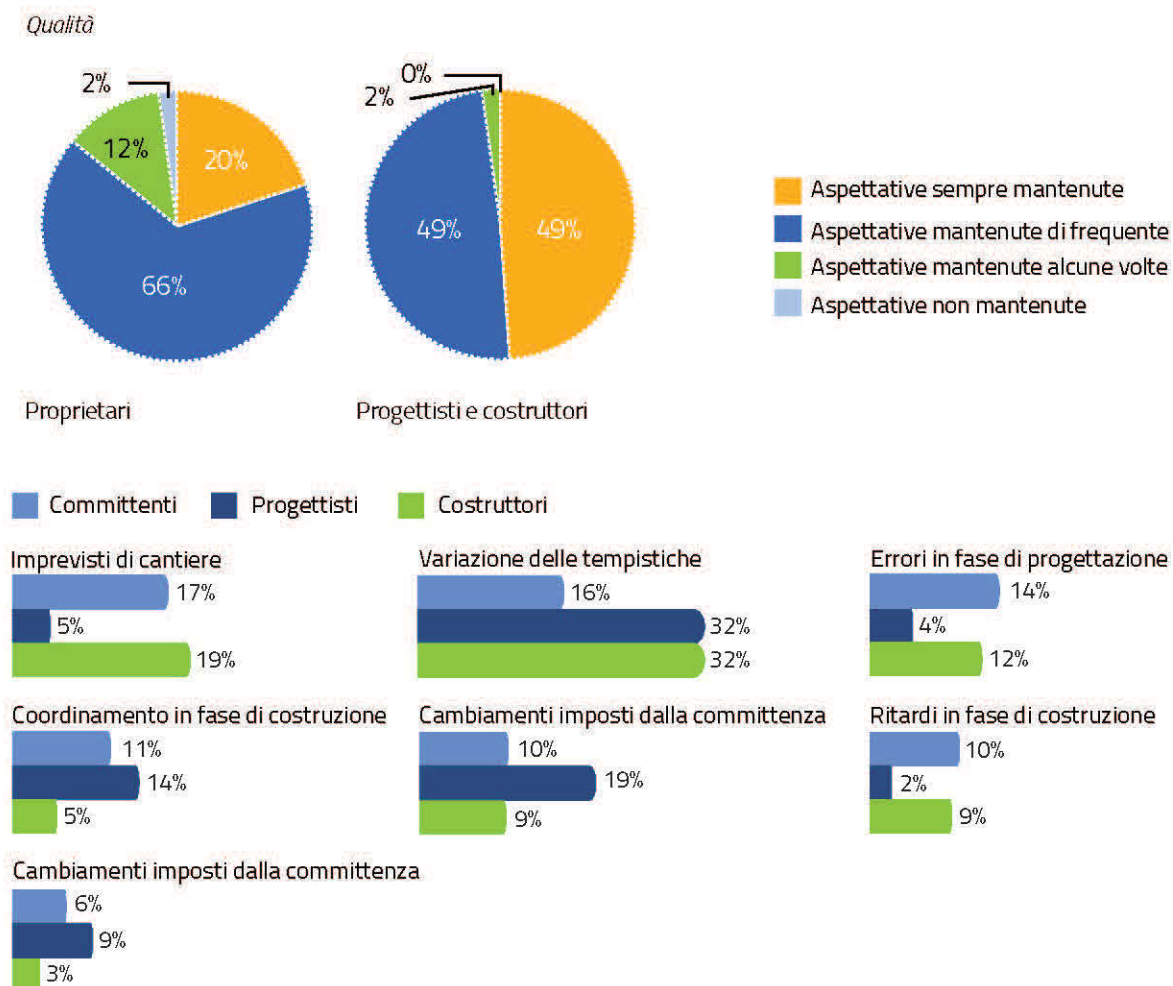


Fig. 6.5 – Fattori di incertezza nel processo edilizio con impatto sulla qualità – rielaborazione fonte McGrawHill Construction

6.3 Valutazione dell'impatto dei sistemi informativo-rappresentativi sulla gestione di processo

Definire una valutazione univoca dell'impatto dell'adozione di strumenti BIM rispetto all'incertezza di processo non è direttamente possibile a causa dell'impossibilità di generalizzare i dati disponibili, raccolti in situazioni specifiche, in realtà territoriali differenti e in momenti di penetrazione differente nel mercato degli strumenti informativo-rappresentativi. Continuando a fare riferimento principalmente alle ricerche condotte negli ultimi anni ad opera di McGraw Hill Construction, con particolare attinenza alla situazione del mercato globale, è possibile in questo caso estendere in questo caso il campione dal punto di vista numerico.

Ricerca	Anno	Soggetti campione	Localizzazione
<i>GreenBIM How Building Information Modeling is Contributing to Green Design and Con- struction</i>	2010	494 soggetti 50% Costruttori 42% Progettisti 8% Committenti	100% Nord America
<i>The Business Value of BIM for Construction in Major Global Markets</i>	2013	727 Costruttori	45% Nord America 22% Est asiatico 20% Europa 9% Oceania 4% Sud America
<i>The Business Value of BIM for Owners</i>	2014	141 Committenti	65% Nord America 35% Europa

Alla luce di queste ricerche è possibile affermare che quattro dei maggiori sei benefici derivanti dall'implementazione del BIM (fig. 6.6) nella gestione del processo edilizio sono correlati alla riduzione dell'incertezza:

- Errori ed omissioni ridotte nei documenti di progetto (#1);
- Miglioramento dei processi collaborativi tra progettisti, costruttori e gestori del patrimonio edilizio (#2);
- Riduzione di lavorazioni ripetute (#4);
- Miglior controllo e previsioni dei costi (#6).

Secondo quanto enunciato da Arto Kiviniemi¹⁴, l'attuale processo progettuale ed edilizio è basato su singole azioni operative per le quali sono definiti i requisiti dei documenti in ogni fase processuale ma non le necessità riguardanti il flusso di informazioni e la sua trasmissione lungo l'iter procedurale. Pertanto è comprensibile come, anche nella redazione di disegni e documentazione in linea con gli standard rappresentativi, sia possibile incorrere nell'impossibilità di trasmettere correttamente il dato progettuale richiesto. Quanto verificato nello stato dell'arte nel passaggio da modelli *paper-based* a modelli collaborativi digitali potrà permettere di ovviare a tale ostacolo procedurale ed incrementare l'impatto sul processo edilizio¹⁵.

L'adozione di sistemi informatici avanzati come quelli di tipologia BIM, con particolare riferimento al *workflow* di processo Smart Swap Building, pone la necessità di definire una opportuna metodologia per il trasferimento dell'innovazione tecnologica in ambito professionale. Alla luce della misurazione dell'incertezza di processo, emerge come, per essere efficace, l'adozione dei sistemi di Building Information Modeling debba necessariamente passare attraverso un ritorno economico: non è possibile considerarla esclusivamente come una iniziativa di tipo IT (*Information Technology*) o R&D (*Research and Development*), così come non può essere applicata ad un singolo progetto o a una singola fase del processo poiché si configurerebbe l'impossibilità di raggiungere i reali benefici del BIM. Al contrario, per trarne reali e misurabili benefici, è necessario prevedere l'attuazione di

¹⁴ Cfr. KIVINIEMI A., *The Effects of Integrated BIM in the Processes and Business Models*, Distributed Intelligence In Design, London, WileyBlackwell, 2011

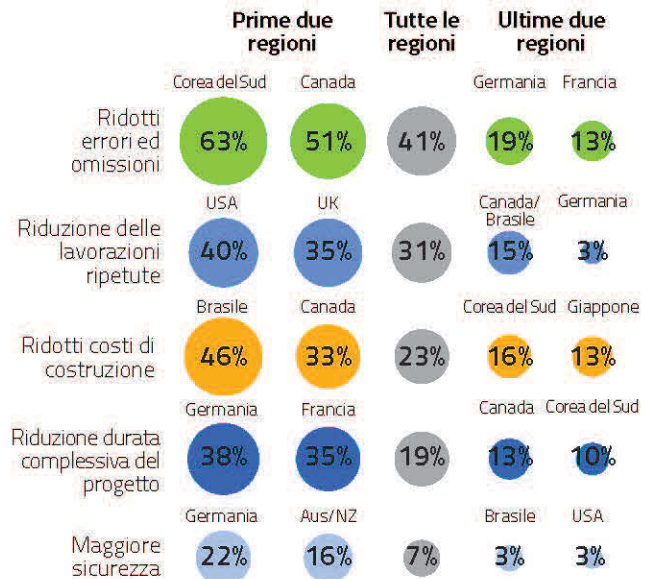
¹⁵ Per approfondimento si rimanda al capitolo 3. Nello specifico 3.1.2 Modelli collaborativi digitali per la gestione del processo edilizio

strategie misurate sull'intera filiera, al fine di valorizzare, in ogni fase, i benefici che possono essere apportati dall'implementazione anche nelle altre fasi.

Principali benefici dell'implementazione degli strumenti BIM rilevati dai costruttori a livello globale



Principali benefici dell'implementazione degli strumenti BIM a livello di progetto (per Paese)



Principali benefici dell'implementazione degli strumenti BIM a livello di gestione del processo (per Paese)

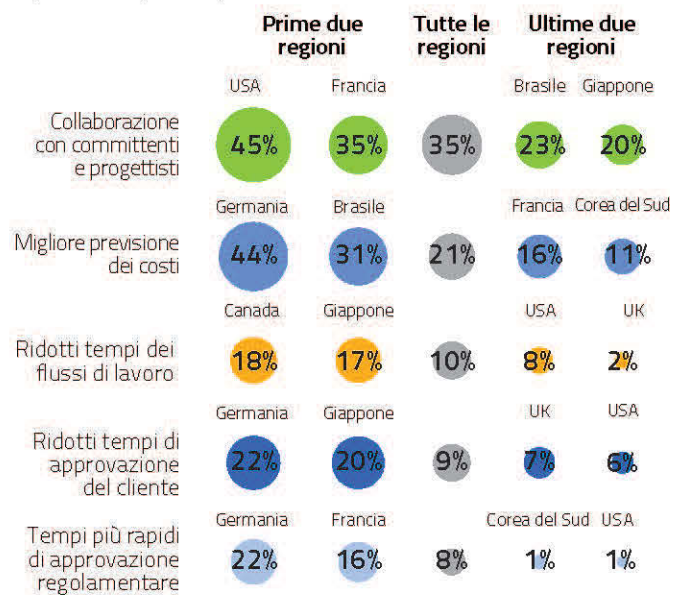


Fig. 6.6 – Principali benefici dell'implementazione degli strumenti BIM rilevati dai costruttori in riferimento al mercato globale e suddivisi per paese – rielaborazione fonte McGrawHill Construction

6.3.1 Analisi dei benefici riscontrati in differenti realtà territoriali

Il Building Information Modeling è stato sviluppato ed implementato su una ampia varietà di progetti in differenti realtà territoriali, non solo in edifici ma anche a livello infrastrutturale, industriale o paesaggistico. Gli edifici restano comunque la principale categoria di applicazione del BIM, storicamente avviata con l'adozione preliminare da parte dei progettisti e poi consolidata con l'implementazione dei costruttori nel processo costruttivo. In virtù della scalabilità del sistema e delle economie di scala che permette di ottenere, l'adozione del BIM nella progettazione di edifici dedicati al settore terziario è estremamente avanzata. Al tempo stesso è necessario rilevare però come l'ambito degli edifici *multifamily* si attesti come emergente ed in rapida crescita, con specifico riferimento in particolare al territorio tedesco.

Applicazione del BIM a progetti specifici da parte di costruttori

Tipologie di edifici

Commerciale (uffici, negozi, alberghi)
63%

Istituzionale (educazione, sanità, religione)
54%

Governativo (palazzi di giustizia, ambasciate, convention)
49%

Residenziale plurifamiliare
23%

Residenziale unifamiliare
6%

Applicazione del BIM a progetti specifici da parte di costruttori (per Paese)

Tipologie di progetto	Regno Unito	Francia	Germania	Stati Uniti	Canada	Brasile	Giappone	Corea del Sud
Commerciale (uffici, negozi, alberghi)	69%	68%	59%	66%	54%	53%	63%	48%
Istituzionale (educazione, sanità, religione)	61%	32%	31%	77%	41%	31%	23%	35%
Governativo (palazzi di giustizia, ambasciate, convention)	54%	10%	22%	68%	44%	12%	0%	51%
Residenziale plurifamiliare	33%	35%	44%	18%	26%	19%	23%	20%
Residenziale unifamiliare	17%	19%	22%	1%	10%	16%	0%	1%

Fig. 6.7 – Implementazione degli strumenti BIM nel mercato globale in riferimento alle tipologie edilizie – rielaborazione fonte McGraw-Hill Construction

L'applicazione dei sistemi di Building Information Modeling trova la sua naturale applicazione nella fase di progettazione e programmazione di un intervento edilizio, sia ad opera dei progettisti che ad opera dei costruttori. Attraverso l'analisi di molteplici esperienze in merito è possibile indagare gli ambiti, a livello globale, all'interno dei quali sono stati riscontrati i maggiori benefici nelle fasi che precedono la costruzione.

Il beneficio principale, in linea con quanto risulta anche della pratica professionale sul nostro territorio e dai tavoli tecnici condotti nel progetto *Smart Swap Building*, è la capacità di migliorare il dialogo tra professionisti che hanno adottato tali sistemi, in particolar modo il grande vantaggio di visualizzazione tridimensionale immediata degli intenti progettuali (rispettivamente al 60% e al 52% come elementi di maggior beneficio). Tale sistema infatti, sebbene la capacità descrittiva delle proiezioni ortogonali riesca a rappresentare in maniera esaustiva un progetto, permette di comprendere in maniera tridimensionale ed intuitiva l'oggetto della progettualità.

E sebbene questi possano essere gli aspetti più comuni a livello locale, in realtà territoriali dove l'implementazione di tali strumenti è più avanzata, ha già dato luogo in maniera diffusa anche a benefici riguardanti valutazioni strutturali (34%) o di computo metrico-quantitativo (30%). Il passo per l'implementazione di dimensioni oltre la terza è quindi breve ma, sebbene tecnologicamente assodata, non è ancora considerabile come un beneficio diffuso a livello globale: la suddivisione del modello tridimensionale in fasi costruttive cantierabili (BIM 4D – 29%) o attribuzione delle voci di costo alle quantità (BIM 5D – 24%) vengono considerati come beneficio principale da meno di un terzo degli attori del settore. Interessante invece notare, soprattutto in riferimento al progetto sul costruito, come una quantità ormai significativa di professionisti (13%) apprezzino la possibilità di integrare nel modello progettuale la condizione esistente acquisita mediante tecnologie di rilievo laser scanner tridimensionale.

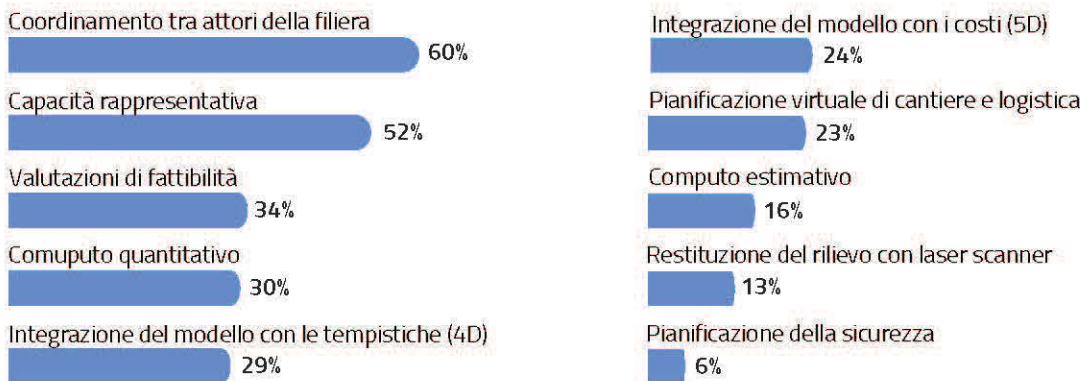


Fig. 6.8 – Principali benefici dell'implementazione degli strumenti BIM rilevati dai costruttori in rapporto alla fase di precedente la costruzione – rielaborazione fonte McGrawHill Construction

Allo stato attuale il BIM offre però già evidenti vantaggi anche durante le fasi della costruzione.

Come abbiamo visto nel capitolo precedente, la disponibilità sul mercato di integrazioni di strumentazioni digitali per il tracciamento del *layout* di progetto ha reso di fatto l'impiego dei modelli effettivo anche in cantiere (59%). Primo effetto immediato di tale implementazione è la riduzione del margine di errore che implica quindi la minore necessità di eseguire più volte determinate attività. La comunicazione tra modelli tridimensionali e le strumentazioni impiegate in cantiere, come GPS e laser scanner, possono ugualmente essere impiegate per la validazione dello stato di avanzamento lavori ed il controllo della corretta esecuzione dalla posa in opera, sebbene ancora tale utilizzo si attesti su minori livelli (23%).

Al tempo stesso, con riferimento ai sistemi strutturali a secco prefabbricati come ad esempio le strutture portanti a pannelli *x-lam*, è possibile far dialogare i modelli BIM con i linguaggi macchina utilizzati per il taglio dei setti e dei solai. La traduzione diretta dai principali software BIM in percorsi macchina è infatti sempre possibile e, grazie all'esportazione di elementi digitalmente verificati, si riduce drasticamente la possibilità di errore.

Infine il trasferimento dei modelli BIM su dispositivi mobile permette la portabilità del dato direttamente in cantiere per effettuare controlli in tempo reale, grazie a strumenti di realtà aumentata, ed agevolare i processi decisionali (32%).

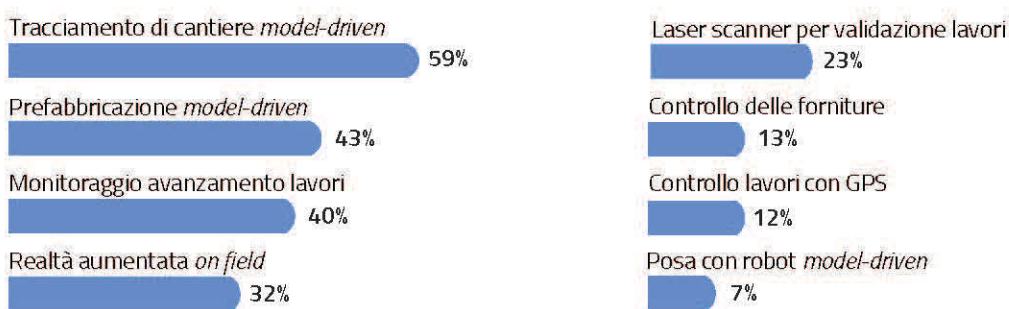


Fig. 6.9 – Principali benefici dell'implementazione degli strumenti BIM rilevati dai costruttori in rapporto alla fase di costruzione – rielaborazione fonte McGrawHill Construction

Per quanto riguarda invece l'applicazione degli strumenti BIM ai sistemi di *Facility Management*, come precedentemente enunciato, i casi applicativi sono estremamente limitati e quindi non è possibile, allo stato attuale, effettuare delle considerazioni significative in termini percentuali a livello globale. Il mercato in tale ambito è ancora estremamente aperto e in evoluzione.

PARTE QUARTA
DEFINIZIONE E VALIDAZIONE DEGLI
STRUMENTI OPERATIVI

CAPITOLO 7

Definizione e validazione degli strumenti informativo-rappresentativi di Smart Swap Building

7.1 Definizione degli strumenti informativo-rappresentativi della filiera digitale Smart Swap Building.....	153
7.1.1 Linee guida per l'applicazione degli strumenti identificati a casi applicativi	154
7.1.3 Criteri di identificazione dei casi applicativi per la verifica della filiera digitale.	163
Fig. 7.4 – Rapporto tra ambiti di validazione della filiera digitale e fase di processo - elaborazione originale .	163
7.2 Test-bed: edificio residenziale stagionale seconda casa multiproprietà rilievo e restituzione per il progetto di riqualificazione	164
7.2.1 Inquadramento del caso applicativo rispetto al workflow Smart Swap Building: metodologia di rilievo laser scanner 3D integrato	166
7.2.2 Verifica di coerenza del dato di interscambio: restituzione tridimensionale in database informativi di tipo BIM	168
7.3 Test-bed: modello innovativo di residenze a basso costo prima casa multifamily progettazione e interoperabilità.....	176
7.3.1 Inquadramento del caso applicativo rispetto al workflow Smart Swap Building: creazione del modello di progetto con geometrie complesse	179
7.3.2 Verifica di coerenza del dato di interscambio: interoperabilità orizzontale e verticale e verifica di coerenza del dato.....	181
7.4 Test-bed: comparto urbano di social housing prima casa a proprietà indivisa demolizione, ricostruzione e gestione	185
7.4.1 Inquadramento del caso applicativo rispetto al workflow Smart Swap Building: i modelli BIM per l'archiviazione dei dati del Facility Management	188
7.4.2 Verifica di coerenza del dato di interscambio: condivisione del dato online e portabilità su dispositivi mobile	191
7.5 Quadro sinottico per la valutazione dei casi applicativi rispetto ai driver di innovazione	196

Nel presente capitolo è riportato il principale prodotto di questa ricerca dottorale: la definizione delle linee guida per l'implementazione dello specifico set di strumenti informativo-rappresentativi nel processo Smart Swap Building.

L'applicazione delle stesse a tre casi applicativi, identificati sulla base di criteri tipologici, in relazione al sistema della proprietà e rispetto allo specifico ruolo nella filiera digitale, hanno reso possibile la verifica e la validazione delle linee guida definite per quanto riguarda l'ambito di competenza architettonica. Particolare attenzione è stata rivolta alla preservazione del dato digitale tra le varie fasi e tra i differenti professionisti, nella logica di applicazione di standard di processo condivisi al fine di definire un processo trasparente.

Il capitolo è quindi caratterizzato da un approfondimento verticale su tre tematiche tecniche della rappresentazione, di carattere architettonico, al fine di verificare e validare l'adozione degli strumenti informativo-rappresentativi rispetto ad ambiti specifici.

7.1 Definizione degli strumenti informativo-rappresentativi della filiera digitale Smart Swap Building

In forza delle esigenze espresse nel confronto con gli *stakeholder* del progetto *Smart Swap Building* e dalla disponibilità tecnica di strumenti operativi da introdurre sul settore, deriva la parte applicativa della presente ricerca che si rivolge alla definizione di una filiera digitale integrata per l'innovazione di processo. La collaborazione con Aster, capace di strutturare un ruolo regionale strutturato e una rete di ricercatori e professionisti già consolidata, permette pertanto di impostare una solida strategia di trasferimento tecnologico sul territorio. Seguendo quanto espresso in fase di definizione metodologica per l'integrazione degli strumenti BIM nel progetto strategico regionale¹, vengono definiti più nello specifico 3 azioni chiave:

- Redazione delle linee guida per l'adozione degli strumenti di Building Information Modeling nel processo Smart Swap Building;
- Applicazione delle linee guida a casi applicativi localizzati sul territorio regionale;
- Strutturazione di un *format* convegnistico integrato con una piattaforma digitale per la formazione ed il confronto continui.

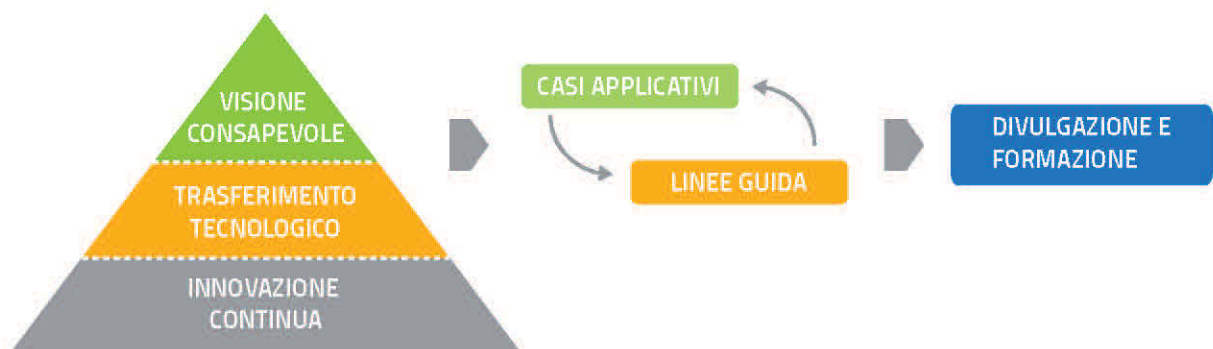


Fig. 7.1 – Inserimento degli strumenti operativi definiti in questa ricerca nel framework metodologico di implementazione del Building Information Modeling - elaborazione originale

Linee guida - L'obiettivo delle linee guida *Smart Swap Building* per la gestione del processo mediante strumenti BIM è di fornire indicazioni procedurali e tecniche per l'implementazione di un avanzato standard informativo digitale. La guida sarà utile per l'intera compagine degli attori della filiera costruzioni, dai progettisti ai costruttori, dai consulenti ai gestori immobiliari che, in tale percorso pensato per chiarire le esigenze di coordinamento e gestione degli strumenti BIM dedicati, potranno trovare pratiche indicazioni su come strutturare le proprie competenze in modo condiviso con gli altri attori. Inoltre anche i committenti potranno trarre beneficio dalla trasparenza che verrà incentivata attraverso l'adozione di tale documento nel processo. Le linee guida, in questa prima fase, potranno configurarsi inoltre come strumento utile ad Aster per vincolare al rispetto del *workflow* di riqualificazione *Smart Swap Building* gli attori che, nella volontà di intraprendere un percorso assistito di implementazione degli strumenti BIM, si dichiareranno disponibili. Tale versione delle linee guida è da considerare finalizzata all'applicazione ai casi pilota poiché il settore è in rapida evoluzione tecnica: una versione aggiornata e dedicata all'applicazione diffusa potrà essere resa disponibile, in seguito a validazione mediante i casi applicativi.

Per la definizione di questa redazione preliminare delle linee guida è stato fatto riferimento ad alcuni standard di settore, adattati al panorama specifico del progetto Smart Swap Building sulla scorta della definizione dello stato dell'arte e della strategia di implementazione. Occorre pertanto citare di seguito i principali riferimenti di settore.

1 Per approfondimento si rimanda al capitolo 4. Nello specifico alla sezione 4.4 Integrazione di strumenti di Building Information Modeling nel workflow Smart Swap Building

- New York City – Department of Design + Construction, BIM Guidelines² – In queste linee guida, pubblicate in data Luglio 2012, sono enunciati gli indirizzi di applicazione del BIM elaborati dalla commissione newyorkese per i progetti pubblici della città di New York. Sono probabilmente lo standard più avanzato di indirizzo professionale ad oggi disponibile in questo ambito. È da segnalare come però non venga adottato un formato di interscambio aperto ma proprietario.
- CRC Construction Innovation, National Guidelines for Digital Modeling³ – Pubblicate per la prima volta nel 2009, queste linee guida si riferiscono al territorio Australiano. Elaborate da un consorzio di ricerca, non si configurano come obbligatorie sebbene patrocinate da diverse municipalità e dell’Australian Institute of Architects. Si configurano come una ricerca molto completa ma, a differenza delle linee guida newyorkesi, non si rivolge direttamente ad un utilizzo professionale.
- AEC (UK) BIM Standard⁴ – Pubblicate per la prima volta nel 2009 e basate sul British Standard BS1192:2007, sono state elaborate da un team eterogeneo di affermati professionisti del settore e si riferiscono all’utilizzo del BIM nel Regno Unito. Definiscono un robusto e realizzabile percorso per intraprendere il passaggio dall’utilizzo degli strumenti CAD (oggetto di un analogo standard precedente) a quello degli strumenti BIM. Si configura come un documento estremamente tecnico ed applicativo.

Casi applicativi – I casi applicativi sono destinati alla validazione delle linee guida mediante l’applicazione di tutto l’iter procedurale definito in maniera distribuita su tre percorsi complementari, per valorizzare differenti caratteristiche impossibili da ritrovare in un singolo caso applicativo in relazione ai limiti temporali legati allo svolgimento della ricerca. La verifica della reale possibilità di rispettare quanto definito in linea teorica, attraverso l’utilizzo di strumenti hardware e software disponibili sul mercato, sarà applicata come chiave di lettura per colmare possibili divari presenti ed apportare eventuali correzioni.

Formazione e divulgazione – La possibilità di effettuare un continuo confronto a livello nazionale sulla validità dell’ipotesi di processo e l’organizzazione di momenti di formazione, sia localizzati sul territorio che accessibili online in maniera inclusiva, permette al progetto *Smart Swap Building* di implementare una comunicazione trasparente e condivisa sia con il panorama professionale che con l’utenza generica interessata.

7.1.1 Linee guida per l’applicazione degli strumenti identificati a casi applicativi

L’impiego dei software di tipologia BIM dovrà essere adottato per la gestione dell’intero processo del progetto *Smart Swap Building*. Aster e il gruppo di lavoro *Smart Swap Building* riconoscono la notevole complessità di processo in tutte le sue fasi e pertanto è stata individuata la necessità di stabilire delle linee guida per la gestione digitale di tutte le fasi: dove possibile, sono quindi stati definiti i requisiti e i livelli di sviluppo del modello.

SOFTWARE STANDARD

Allo stato attuale esistono molteplici applicazioni di tipo BIM utilizzate in differenti momenti del processo edilizio. All’interno di ogni ambiente software spesso sono messi a disposizione strumenti di condivisione dei modelli tridimensionali informativi specifici. L’utilizzo di standard proprietari, quando possibile tra differenti attori, non è di certo deprecata ma la presente linea guida incentiva lo standard IFC, con particolare riferimento alla versione 4, come formato di interscambio. Sarà quindi cura della compagine degli attori operanti nel processo edilizio, con particolare riferimento al BIM Manager, il coordinamento e la verifica dell’adozione di software certificati secondo lo standard del consorzio buildingSMART.

PROPRIETÀ DEL MODELLO

La proprietà del modello, in qualità di opera di ingegno, appartiene alle figure professionali che lo realizzano fino alla cessione del diritto di proprietà secondo contratto. Anche in fase di condivisione del lavoro ogni oggetto creato nel modello BIM contiene i dati dell’utente che l’ha creato e di quelli che l’hanno modificato, rendendo chiara l’attribuzione della proprietà di quella porzione del modello. È necessario però prevedere una cessione dei diritti di proprietà in sede di piano di implementazione BIM, mediante regolare contratto e dietro corrispettivo econo-

2 http://www.nyc.gov/html/ddc/downloads/pdf/DDC_BIM_Guidelines.pdf (online 20.02.2016)

3 http://www.construction-innovation.info/images/pdfs/BIM_Guidelines_Book_191109_lores.pdf (online 20.02.2016)

4 <https://aecuk.files.wordpress.com/2016/01/aecukbimtechnologyprotocolforarchicad-v2-0.pdf> (online 20.02.2016)

mico, al fine di trasferire i dati dell'edificio insieme allo stesso alla conclusione del percorso realizzativo affinché vengano utilizzati per la gestione, la manutenzione ordinaria e straordinaria.

RUOLI E RESPONSABILITÀ

In questa sezione sono definiti i ruoli e le responsabilità delle figure chiave coinvolte nell'implementazione degli strumenti BIM nel processo *Smart Swap Building*. Aster e il laboratorio TekneHub faciliteranno, per quanto possibile, l'individuazione e la formazione delle apposite figure professionali come possibile fase di sviluppo successiva alla presente ricerca⁵.

- **BIM MANAGER** - Il BIM Manager è la figura di coordinamento dell'intero workflow digitale *Smart Swap Building*. Per formazione professionale deve essere in grado di comprendere e gestire le complessità del processo edilizio così come la sua traduzione a livello informatico negli strumenti BIM. Sebbene non sia necessaria una competenza pratica avanzata è consigliata una buona padronanza complessiva del processo BIM e dei software ausiliari. In generale le responsabilità minime possono essere riconosciute come le seguenti:
 - mantenere ed assicurare l'aderenza del flusso di lavoro alle linee guida BIM – *Smart Swap Building*;
 - responsabilità complessiva per l'utilizzo corretto, l'implementazione e la creazione dei contenuti BIM durante la fase di progettazione e costruzione;
 - gestire e preservare tutti i contenuti BIM creati;
 - coordinare e gestire gli incontri con i tecnici BIM di confronto sulle tematiche operative;
 - interfacciarsi con i tecnici informatici per assicurare il corretto funzionamento hardware e software;
 - facilitare il corretto uso dei modelli ed assicurare la compilazione di modelli multipli a supporto di differenti utilizzi;
 - gestire il processo di coordinamento e predisporre *report* per l'identificazione e/o la risoluzione di conflitti hardware e software;
 - facilitare l'esportazione e l'estrazione dati dal modello BIM come richiesto da specifici utilizzi;
 - assicurare la corretta consegna del modello nelle varie fasi nel pieno rispetto della compatibilità;
 - coordinare eventuali ed opportuni momenti di formazione se richiesti.
- **COORDINATORI DISCIPLINARI** – I coordinatori disciplinari hanno il ruolo di gestire i tecnici BIM all'interno di una specifica disciplina. Le figure professionali in questo ruolo dovranno possedere una necessaria esperienza di consolidato utilizzo di strumenti BIM oltre ad una competenza specifica nella disciplina. In generale le responsabilità minime possono essere riconosciute come le seguenti:
 - coordinare tutte le discipline tecniche e gestire le specifiche attività BIM connesse in coordinamento con il BIM Manager;
 - gestire gli altri tecnici BIM nella stessa disciplina;
 - coordinare ogni problematica BIM connessa alla disciplina specifica in collaborazione con il team disciplinare;
 - supportare il team disciplinare nell'utilizzo degli strumenti BIM;
 - creare contenuti BIM relativi alla disciplina specifica;
 - individuare le interferenze nella specifica disciplina e coordinare le attività di risoluzione;
 - esportare il modello per l'identificazione interdisciplinare delle interferenze;
 - coordinare seminari specifici di formazione BIM in accordo con il BIM Manager.

PIANO DI IMPLEMENTAZIONE BIM

Il Piano di Implementazione BIM è un piano dettagliato che definisce come verrà gestito un progetto e come verrà eseguito, monitorato e controllato in riferimento agli strumenti di Building Information Modeling. È richiesto che il Piano di Implementazione sia sviluppato per fornire le principali informazioni sulla gestione dei dati, sull'assegnazione dei ruoli e delle responsabilità per la creazione del modello e per l'integrazione dei dati durante lo svolgimento. Il Piano dovrà essere comprensivo della spiegazione dell'approccio collaborativo nel coinvolgimento di tutti gli attori. Nel processo collaborativo potrà anche essere incluso l'accordo tra gli attori sul Livello di Sviluppo (LOD) in tutte le fasi del processo edilizio in relazione agli obiettivi e agli elaborati necessari.

⁵ Per approfondimento si rimanda al capitolo 9: Conclusioni e sviluppi futuri.

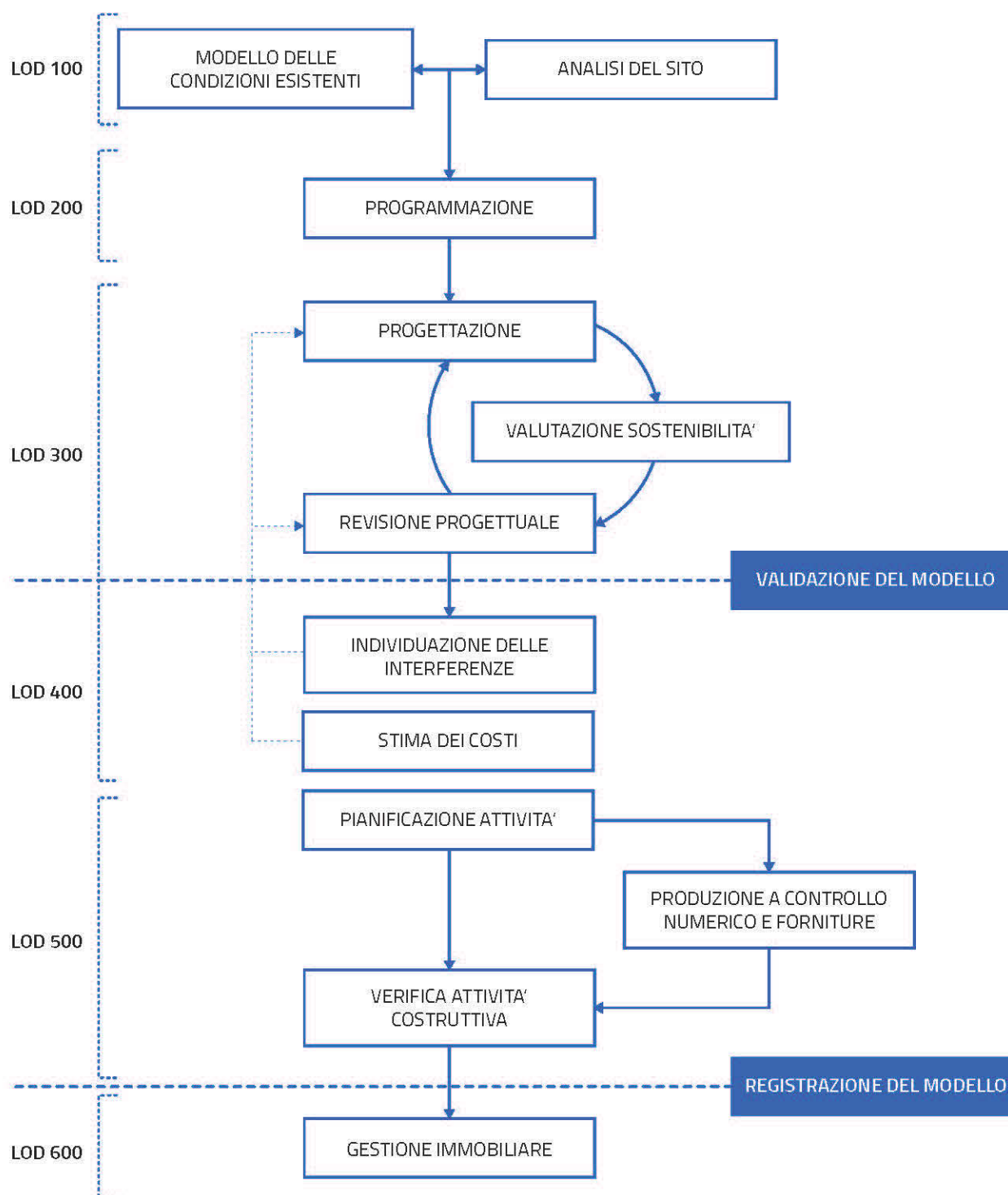


Fig. 7.2– Schema di processo delle fasi identificate dalle linee-guida e dei momenti di controllo della coerenza del modello in rapporto all'aumentare del Livello di Sviluppo (LOD) - elaborazione originale

MODELLO DELLE CONDIZIONI ESISTENTI – Fase preliminare alla progettazione, è il processo attraverso il quale il team di lavoro sviluppa il modello tridimensionale delle condizioni esistenti degli edifici. Questo modello può essere sviluppato attraverso differenti metodologie di rilievo in relazione alle condizioni effettive e all'efficienza del processo. Una volta costruito il modello morfologico, questo può essere arricchito con ulteriori informazioni provenienti da indagini aggiuntive. Il valore del modello esistente si misura sui seguenti aspetti:

- correttezza della documentazione della condizione esistente;
- garanzia di efficienza ed accuratezza nel rilievo integrato;
- elemento di dialogo e confronto in fase progettuale;
- ausilio alla visualizzazione tridimensionale.

Particolare attenzione va riservata all'utilizzo delle procedure di rilievo basate su strumentazione laser scanner e fotogrammetriche con estrazione di nuvola di punti. Parallelamente all'impiego di metodologie ad alta densità informativa è necessario associare una specifica capacità di gestione del dato digitale per l'importazione in software BIM. Sebbene ormai la maggior parte dei principali software BIM ad uso architettonico siano predisposti, mediante differenti sistemi, ad accogliere la nuvola di punti, questa trova diversi ostacoli nella traduzione in formato di interscambio IFC. Pertanto, soprattutto in riferimento ai casi ed ai modelli più complessi, è necessario di considerare la possibilità di designare un coordinatore disciplinare per questa fase specifica.

ANALISI DEL SITO – In questa fase si realizza, dove possibile, il livello integrazione GIS-to-BIM. Infatti durante l'analisi del sito è necessario valutare il miglior rapporto tra la costruzione da realizzare (in caso di ex-novo, addizione o demolizione e ricostruzione) ed il contesto. Nello specifico possono risultare estremamente utili i dati provenienti dai Sistemi Informativi Territoriali nella loro specifica capacità di essere integrati negli strumenti BIM. Il valore dell'analisi del sito si misura in:

- ausilio ai processi decisionali in relazione al rapporto tra sito e requisiti funzionali, fattori tecnici ed economici;
- capacità di minimizzare il costo delle opere di bonifica delle eventuali fasi di demolizione;
- capacità di massimizzare l'efficienza energetica.

Dalla pratica del BIM emerge che l'impiego di informazioni topografiche usando valori separati da virgola in formato .txt o punti resi disponibili per applicativi CAD possono essere importati, così come ulteriori informazioni bidimensionali.

PROGRAMMAZIONE – È la fase meta-progettuale dove vengono incrociati i dati spaziali con il programma funzionale al fine di definire un primo layout strutturato. Il modello BIM fin qui realizzato permette ai progettisti di analizzare lo spazio e comprendere la complessità nella ricerca della risposta spaziale in linea con i regolamenti vigenti. In questa fase viene definito un primo modello volumetrico sulla base di decisioni critiche indirizzate alla massimizzazione del valore del progetto in linea con i requisiti della committenza. Il valore della fase di programmazione si misura in:

- efficiente ed accurata valutazione delle performance progettuali in riferimento ai requisiti spaziali e funzionali.

Questa fase, se non svolta direttamente all'interno dei sistemi BIM, potrà comunque essere importata come elaborato bidimensionale o semplice modello tridimensionale esterno. Da questo punto in poi tutte le informazioni verranno però gestite all'interno dei software BIM che condividono lo standard di interscambio.

PROGETTAZIONE – È la fase in cui modello sviluppato attraverso gli strumenti di Building Information Modeling inizia a esprimere i principali benefici per cui è stato implementato. In questa fase viene definita più in dettaglio la proposta progettuale, dal preliminare al database, integrando il database con le proprietà degli elementi edilizi, le quantità, i costi, i metodi e i tempi di posa. Allo stesso modo vengono condotte analisi ingegneristiche per ottimizzare prestazioni e consumi, così come verifiche della struttura. In questa fase particolare attenzione è rivolta al processo collaborativo che risulta amplificato dalla grande necessità di collaborazione tra differenti professionisti. Il valore della fase di progettazione si misura in:

- trasparenza della fase per tutti gli attori;
- miglior controllo in termini di qualità, costi e tempistiche;

- possibilità di visualizzazioni delle ipotesi di progetto con grande potere comunicativo;
- analisi ingegneristiche accurate;
- reale collaborazione tra figure professionali.

In questa lunga e complessa fase viene sviluppato, già in prima istanza, un modello a buon livello di dettaglio (LOD 300) sulla base del quale verranno poi impostate tutte le fasi future. L'attinenza alle linee guida è qui di fondamentale importanza. In questa fase di evoluzione il modello dovrà dare definizione ai seguenti argomenti:

- funzionalità ed esatto posizionamento dell'edificio;
- morfologia e definizione tipologica dell'edificio;
- progettazione architettonica di tutte le componenti comprensiva dei materiali, degli elementi di chiusura, dei valori di trasmittanza, colore, spessore, ecc.;
- progettazione strutturale, delle sue componenti e degli elementi di fondazione;
- progettazione impiantistica meccanica ed elettrica.

VALUTAZIONE SOSTENIBILITÀ – È la fase nella quale il progetto elaborato viene valutato secondo sistemi di certificazione come LEED o simili, in riferimento a materiale, prestazioni o aspetti procedurali. Nonostante le valutazioni di sostenibilità possano essere effettuate con specifico riferimento ad ognuna delle fasi di un processo edilizio (progettazione, costruzione, gestione), possono essere considerate particolarmente efficaci nella loro applicazione in merito agli aspetti progettuali e poi applicate successivamente in fase di costruzione e gestione. È pertanto necessario definire nel modello BIM tutti gli aspetti relativi alla sostenibilità per l'intero ciclo di vita dell'edificio con lo scopo di ottenere la certificazione in maniera efficiente, condensando tutte le scelte progettuali in un singolo database. Il valore della fase di valutazione della sostenibilità ambientale si misura in:

- accelerazione della revisione progettuale e del processo di certificazione mediante l'utilizzo efficiente di un unico database contenente gli aspetti di sostenibilità;
- miglioramento delle comunicazioni tra gli attori del processo finalizzate all'ottenimento della certificazione e rispettiva riduzione degli sforzi di riprogettazione;
- allineamento tra programmazione e quantità di materiali per una definizione più efficiente dell'uso dei materiali;
- ottimizzazione delle prestazioni di un edificio sulle analisi di progetto per l'ottenimento della certificazione e predisposizione per la raccolta dati sulla qualità ambientale per il confronto effettivo durante le fasi di gestione.

REVISIONE PROGETTUALE – È la fase in cui il modello 3D viene utilizzato per la valutazione del reale raggiungimento dei requisiti posti dalla committenza così come quelli normativi. Possono essere realizzate simulazioni virtuali ad alto livello di dettaglio per analizzare velocemente alternative progettuali e affrontare problematiche progettuali o costruttive irrisolte. Il valore della fase di revisione progettuale si misura in:

- eliminazione di modelli tradizionali costosi e dispendiosi in termini di tempo;
- visualizzazione *real-time* di differenti opzioni progettuali durante la fase di revisione;
- velocizzazione della fase di revisione rendendola più efficiente;
- facilitazione della comunicazione tra progettisti, costruttori e committenti mediante un immediato feedback sulla parte di visualizzazione.

VALIDAZIONE DEL MODELLO – È una fase tecnica in cui il modello BIM viene validato mediante opportuni software nei suoi aspetti di compatibilità e di rispetto della linea guida. Nonostante la validazione del modello costante in tutte le fasi ad opera del BIM manager è opportuno prevedere anche una fase dedicata come punto di controllo. Il valore della fase di validazione del modello si misura in:

- verifica del rispetto dello standard IFC;
- applicazione del controllo di coerenza del modello al termine della fase progettuale al fine di impedire il trasferimento di errori dovuti a errate traduzioni software in fase di esecuzione;
- maggiore è il controllo progressivo durante tutte le fasi, più rapida è questa fase.

INDIVIDUAZIONE DELLE INTERFERENZE – È la fase in cui viene utilizzato, durante il processo di coordinamento, un software di individuazione delle interferenze per determinare se, confrontando i modelli tridimensionali dei vari sistemi implementati nell'edificio (strutturali ed impiantistici) siano presenti eventuali conflitti. Lo scopo è quello di eliminare la maggior parte dei conflitti che potrebbero verificarsi durante l'installazione in cantiere. Il valore dell'individuazione delle interferenze si misura in:

- riduzione dei conflitti in cantiere fino alla loro eliminazione;
- visualizzazione delle sequenze costruttive e di installazione impiantistica;
- riduzione dei costi di costruzione;
- riduzione dei tempi di costruzione;
- incremento della produttività;
- produzione di disegni di esecutivi più precisi.

In questa fase dovranno essere verificate, come livello minimo per procedere, l'assenza di interferenze tra:

- sistema architettonico e sistema strutturale;
- sistema architettonico e sistema impiantistico;
- sistema strutturale e sistema impiantistico.

STIMA DEI COSTI – È la fase in cui il modello BIM può essere utilizzato per estrarre un accurato conteggio delle quantità impiegate nella costruzione e la conseguente stima dei costi per fornire una valutazione effettiva di eventuali modifiche finalizzate al risparmio di tempo e denaro, evitando perciò eccessi rispetto al budget stabilito. Questo processo permette ai progettisti di vedere l'effetto economico delle loro scelte. Il valore della stima dei costi si misura in:

- stima precisa delle quantità di materiali impiegati e possibilità di conseguenti revisioni se necessarie;
- mantenimento dei vincoli di budget durante il processo progettuale;
- miglior visualizzazione degli elementi progettuali e procedurali oggetto della fase estimativa;
- possibilità di fornire al committente una previsione certa dei costi durante la fase progettuale;
- possibilità di valutare rapidamente alternative circoscritte al budget disponibile;
- eliminazione di attività non a valore aggiunto.

PIANIFICAZIONE ATTIVITÀ – È la fase in cui si inizia ad utilizzare il modello BIM oltre la sua dimensione tridimensionale ed informativa. Di particolare interesse nel processo *Smart Swap Building*, in questa fase è possibile pianificare effettivamente le attività di rinnovamento e riqualificazione grazie alla visualizzazione delle fasi temporali, dell'occupazione di suolo del cantiere e dei relativi diagrammi temporali. L'implementazione della quarta dimensione (BIM 4D) comporta anche vantaggi dal punto di vista comunicativo sia nei confronti del team di lavoro che della committenza, permettendo una migliore comprensione dello stato di avanzamento dei lavori. Il valore della fase di pianificazione delle attività si misura in:

- miglior comprensione della fase di programmazione in un processo complesso come quello di *Smart Swap Building*;
- utilizzo di piani dinamici di programmazione per evitare conflitti in cantiere;
- integrazione nella pianificazione delle attività anche dei processi di spostamento di residenti e arredi;
- maggior trasparenza anche nei confronti della collettività in relazione all'impatto della durata dei lavori;
- migliori possibilità di verifica dello stato di avanzamento lavori;
- miglioramento della produttività e diminuzione degli sprechi.

PRODUZIONE A CONTROLLO NUMERICO E FORNITURE – È la fase in cui il modello BIM viene utilizzato per esportare direttamente i dati da condividere con i produttori di elementi prefabbricati, sia prodotti con specifiche dimensionali apposite (es: taglio CNC) che disponibili a catalogo, con la possibilità di essere codificati in base alla pianificazione delle attività. Il valore della produzione a controllo numerico si misura in:

- automazione nella produzione di componenti e incentivazione dell'utilizzo delle tecnologie a secco;
- minimizzazione delle tolleranze tra progetto ed esecuzione lavori;
- massimizzazione della produttività ed eliminazione degli errori comunicativi con i produttori;
- controllo della fase di posa in cantiere.

VERIFICA DELL'ATTIVITÀ COSTRUTTIVA – È la fase in cui il modello BIM viene portato in cantiere mediante il trasferimento su dispositivi *mobile* come *tablet*, anche mediante protocolli online, per la verifica *real-time* dello stato di avanzamento lavori e le comunicazioni con lo studio di progettazione, o su strumenti di precisione (es: stazione totale) per il controllo punto-punto della posa degli elementi. La fase si lega strettamente alla pianificazione delle attività così come alla fase di fornitura in cantiere per il tracciamento dei componenti. Il valore della verifica dell'attività costruttiva si misura in:

- verifica *real-time* dello stato di avanzamento lavori con maggiore trasparenza per tutti gli attori coinvolti;
- possibilità di effettuare scelte consapevoli e flessibili in accordo con i progettisti;
- riduzione degli errori di posa dei componenti;
- gestione più efficiente dello spazio in cantiere.

REGISTRAZIONE DEL MODELLO – È l'ulteriore fase tecnica da operare sul modello BIM al termine del percorso del cantiere. Attraverso la registrazione del modello si procede ad implementare dal punto di vista digitale tutte le modifiche legate allo svolgimento dell'attività di cantiere o agli eventuali imprevisti o difformità dal progetto. Anche in questo caso può essere utile, nei casi più complessi effettuare un rilievo laser scanner 3D al termine delle operazioni per catturare lo stato di fatto sia come elemento di verifica del modello tridimensionale di progetto che come base per i confronti futuri. Il modello derivante da questa fase dovrebbe quindi essere non più una rappresentazione del progetto ma una rappresentazione del reale. Sarà infatti il modello che verrà poi trasferito al committente/proprietario da utilizzare per la gestione immobiliare. Il valore del modello registrato si verifica in:

- ausilio in future attività di intervento per manutenzione ordinaria, straordinaria o rinnovamento;
- capacità di poter essere utilizzato per la gestione immobiliare;
- solida conoscenza del costruito.

GESTIONE IMMOBILIARE – È infine la fase che conclude la circolarità del processo edilizio e attraverso la quale il modello BIM viene implementato secondo la logica del continuo aggiornamento, registrando ogni attività di manutenzione e i dati operativi. Questo modello non si compone solamente delle strutture edilizie e degli impianti ma associa a questi i dati dei consumi e il monitoraggio della qualità che possono essere registrati, nei casi più avanzati, grazie a sistemi diretti di sensoristica applicata al costruito o, per via indiretta, mediante i consumi registrati dalle *utilities*. Assiste inoltre il gestore dell'immobile segnalando le scadenze dei termini di manutenzione e la localizzazione degli apparati e dei terminali a livello fisico. Il valore del modello per la gestione immobiliare si misura in:

- capacità di registrare automaticamente o manualmente la maggior quantità di dati;
- ausilio alla valutazione sulle prestazioni dell'edificio;
- Capacità di mantenere aggiornati e correttamente mantenuti tutti i terminali e gli apparati di cui l'edificio dispone;
- capacità di produrre inventari aggiornati sullo stato operativo dell'immobile;
- riduzione delle attività non a valore aggiunto e possibilità di effettuare valutazioni economico-finanziarie consapevoli e coerenti;
- capacità di programmazione di interventi anche di manutenzione straordinaria rispetto alla misurazione sempre aggiornata di alcuni dati.

Le fasi enunciate si configurano tendenzialmente come consequenziali sebbene alcune di queste, come la fase di progettazione, si protraggano ben oltre l'inizio della fase successiva o richiedano eventuali rimandi in fasi successive. Tutte le fasi inoltre sono correlate ad uno o più (nel caso di fasi che si protraggano nel tempo) livello di sviluppo LOD del modello e della relativa densità informativa.

Lo schema che segue può risultare utile alla comprensione di tale concetto.

FASE DI PROCESSO	FASE OPERATIVA BIM
LOD 100 - INDAGINE PRELIMINARE	MODELLO DELLE CONDIZIONI ESISTENTI
	ANALISI DEL SITO
LOD 200 - PROGETTAZIONE SCHEMATICA	PROGRAMMAZIONE
LOD 300 - SVILUPPO DEL PROGETTO	PROGETTAZIONE
	VALUTAZIONE SOSTENIBILITA'
	REVISIONE PROGETTUALE
	VALIDAZIONE DEL MODELLO
LOD 400 - PROGETTAZIONE ESECUTIVA	PROGETTAZIONE
	INDIVIDUAZIONE DELLE INTERFERENZE
	STIMA DEI COSTI
	REVISIONE PROGETTUALE
	VALIDAZIONE DEL MODELLO
LOD 500 - ESECUZIONE LAVORI E GESTIONE	PIANIFICAZIONE ATTIVITA'
	PRODUZIONE A CONTROLLO NUMERICO E FORNITURE
	VERIFICA DELL'ATTIVITA' COSTRUTTIVA
	REGISTRAZIONE DEL MODELLO
(LOD 600)	GESTIONE IMMOBILIARE

Fig. 7.3 – Schema di reiterazione delle fasi identificate dalle linee-guida in rapporto al Livello di Sviluppo (LOD) – elaborazione originale

7.1.2 Procedimento di validazione attraverso test-beds

Le linee guida delineate si configurano come una redazione preliminare che necessita di verifica: una prima validazione delle stesse è stata pertanto effettuata mediante l'applicazione delle stesse a casi applicativi o *test-beds*. Data la complessità del processo edilizio questa non è da considerare come esaustiva poiché le linee guida richiedono la necessità di un continuo aggiornamento e sarà necessario definire un piano di pubblicazione dedicato⁶.

La ciclicità del processo edilizio così come interpretato in questa trattazione coinvolge una innumerevole quantità di professionisti: tale concetto è tradotto nella pratica professionale di utilizzo di strumenti BIM con il concetto di *authoring*⁷. Ogni professionista contribuisce alla creazione della porzione di modello di propria competenza, operando su strumenti software dedicati e compatibili con lo standard comune di lavoro (es: IFC), al fine di sommare le differenti porzioni di modello complessivo, definito *federated model*⁸, rappresentativo del manufatto edilizio nella sua complessità.

6 Come precedentemente indicato si rimanda per approfondimento al capitolo 9: Conclusioni e sviluppi futuri.

7 Cfr. EASTMAN C., TEICHOLZ P., SACKS R., LISTON K., BIM Handbook – A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors, op.cit.

8 Nomenclatura utilizzata dal British Standards Institution nella redazione del PAS 1192-2:2013 *Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information Modeling* -

Allo stato attuale sono identificate 4 principali discipline:

- Architettónica
- Strutturale
- Impiantistica
- Infrastrutturale

Alle quali si associano discipline concorrenti e in fasi di continua implementazione:

- Gestione operativa e cronoprogramma
- Computazione estimativa
- Simulazione energetica
- Calcolo strutture
- Gestione del cantiere
- Gestione della sicurezza
- ecc.

Ai software di *authoring* associati a queste è possibile individuare inoltre ulteriori due tipologie di software⁹:

- *processing software* - finalizzati ad agevolare il flusso di lavoro, lo scambio di informazioni e la collaborazione continuata e coordinata tra gli operatori
- *reviewing software* – finalizzati alla verifica della coerenza dei dati, alla presenza di conflitti tra *authoring* differenti e di garanzia della qualità.

Secondo questa logica di suddivisione i tra casi applicativi individuati si dispongono a copertura delle fasi di *authoring* architettonico sull'intero ciclo di vita dell'edificio.

FASE DI PROCESSO	FILIERA DIGITALE	DESCRIZIONE
Rilievo	<i>Authoring</i> architettonico	Creazione di un modello BIM sulla base di rilievo morfometrico laserscanner 3D
	<i>Processing software</i>	Interscambio dati tra laserscanner 3D e ambiente BIM
Progettazione e costruzione	<i>Authoring</i> architettonico	Creazione del modello architettonico di progetto (LOD300)
	<i>Reviewing software</i>	Validazione del modello e degli standard da normativa
Gestione e manutenzione	<i>Authoring</i> architettonico	Creazione del modello architettonico sui dati di gestione tradizionale
	<i>Processing software</i>	Interscambio dati BIM su cloud e portabilità in mobilità

⁹ Cfr. CAPUTI M., ODORIZZI P., STEFAN M., *Il Building Information Modeling - BIM. Valore, gestione e soluzioni operative*, Maggioli Editore, 2015

7.1.3 Criteri di identificazione dei casi applicativi per la verifica della filiera digitale

Nello specifico sono stati identificati i seguenti 3 casi applicativi.

FASE DI PROCESSO	FILIERA DIGITALE	CASO STUDIO
Rilievo	<i>Authoring</i> architettonico <i>Processing</i> software	Edificio residenziale stagionale sulla costa con necessità di riqualificazione
Progettazione e costruzione	<i>Authoring</i> architettonico <i>Reviewing</i> software	Edifici residenziali di nuova costruzione secondo logiche di sostenibilità sociale e ambientale
Gestione e manutenzione	<i>Authoring</i> architettonico <i>Processing</i> software	Edifici popolari di nuova costruzione in seguito riqualificazione urbana con demolizione e ricostruzione

Tutti i casi sono localizzati sul territorio regionale in accordo con la territorialità del progetto strategico *Smart Swap Building*. I sistemi di proprietà coinvolti sono differenti e la loro natura è stata motivo di associazione all'ambito processuale. Ad esempio la fase di rilievo, che ha comportato una presenza prolungata sul campo, è stata effettuata su un edificio stagionale mentre per la fase di gestione e manutenzione è stato identificato un soggetto a proprietà indivisa con particolare interesse nell'implementazione di processi informatizzati per la conduzione.

CASO STUDIO	TIPOLOGIA DI PROPRIETA'	INCIDENZA SUL PROCESSO
Edificio residenziale stagionale sulla costa con necessità di riqualificazione	Differente proprietà dei singoli alloggi (<i>multifamily</i>) Seconda casa (stagionale)	Rilievo e restituzione per il progetto di riqualificazione
Edifici residenziali di nuova costruzione secondo logiche di sostenibilità sociale e ambientale	Differente proprietà dei singoli alloggi (<i>multifamily</i>) Prima casa (presenza continua)	Progettazione e interoperabilità
Edifici popolari di nuova costruzione in seguito riqualificazione urbana con demolizione e ricostruzione	Proprietà indivisa Prima casa (presenza continua)	Demolizione, ricostruzione e gestione

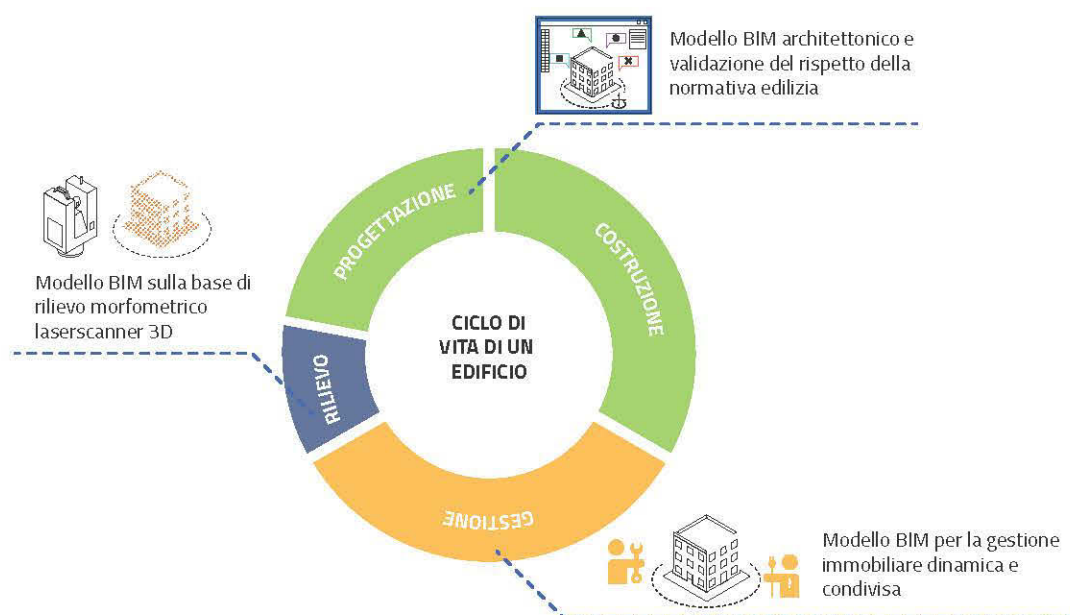


Fig. 7.4 – Rapporto tra ambiti di validazione della filiera digitale e fase di processo - elaborazione originale

7.2 Test-bed: edificio residenziale stagionale | seconda casa multiproprietà | rilievo e restituzione per il progetto di riqualificazione

I paesaggi costieri dei lidi e delle città di fondazione balneare sono in larga parte costituiti da centri urbani sorti sul mare sulla spinta dello sfruttamento delle spiagge per la pratica dei “bagni di mare”. Dagli anni ‘70 del secolo scorso, in particolar modo sul litorale romagnolo, l’interazione tra turismo e ambiente è divenuta sempre più intensa, con una sostanziale alterazione del paesaggio costiero e pesanti conflitti sull’uso del suolo, dell’acqua e del territorio inteso come risorsa. Oggi vaste zone costiere sono oggi completamente artificializzate, sebbene la tendenza allo sviluppo urbano di tali aree sia ormai ridotta grazie ad approcci sostenibili e maggiormente consapevoli al sistema turismo e del consumo di suolo. Diviene quindi di fondamentale importanza, secondo la stessa logica, operare il recupero e la riqualificazione del patrimonio esistente finalizzata al miglioramento diffuso della qualità edilizia¹⁰.

La caratterizzazione turistica della maggior parte degli immobili costieri, sottoposti a forte stagionalità, fornisce la possibilità di intervenire profondamente sulla riqualificazione edilizia poiché non necessita di instaurare logiche di alloggi temporanei. Al tempo stesso, poiché si tratta di seconda casa, è possibile assumere che la tipologia di proprietari sia generalmente costituita da soggetti con maggiori capacità di investimento così come di accesso al credito. Tali elementi si sono configurati come strumenti di scelta del presente caso studio su cui è stato possibile eseguire indagini non invasive senza gravare su residenti o causare disagi conseguenti dall’utilizzo di strumentazioni laser scanner 3D su un arco temporale complessivo di una settimana.

Il caso studio identificato è un edificio a torre situato sul litorale di Milano Marittima, nel comune di Cervia (Ravenna) di nove piani per un totale di 32 alloggi. Ogni alloggio è dotato di balcone, fatta eccezione per quelli all’ultimo piano che godono di terrazze ottenute dalla riduzione sommitale dello spazio abitabile. Dal punto di vista strutturale si tratta di un telaio in travi e pilastri in cemento armato con tamponamento in mattoni.



Fig. 7.5 – Documentazione fotografica del “Condominio Quadrifoglio” oggetto del caso applicativo - fonte Google Maps

¹⁰ ZARDINI M. (a cura di), *Nomare : nascita e sviluppo della metropoliriviera*, Editrice Compositori, 2006

luogo	Milano Marittima, Cervia (RA)
tipologia	Edificio residenziale a torre
stato conservativo	Buono stato manutentivo. Necessità di verifica strutturale e riqualificazione energetica.
tipologia di proprietà	Multifamily – seconda casa

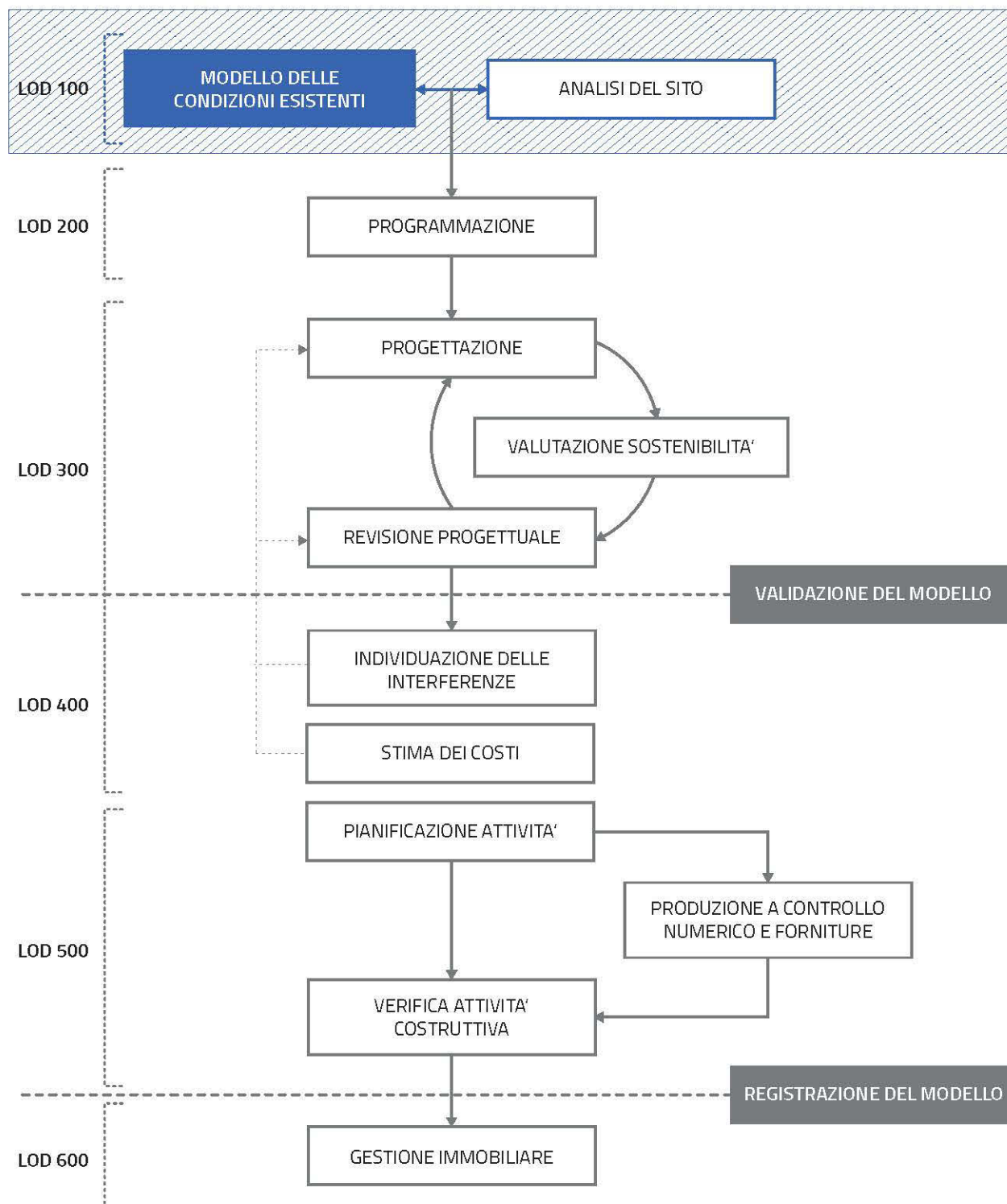
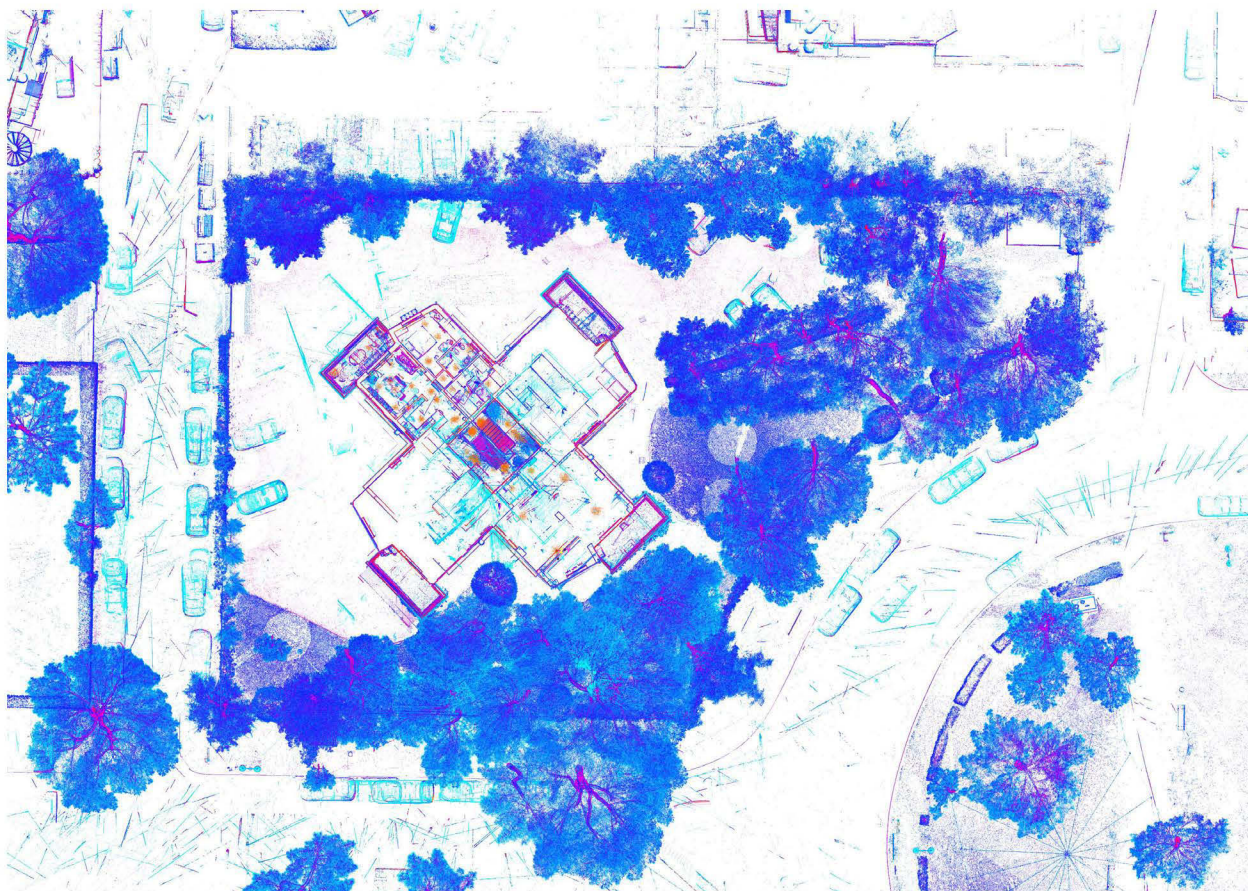


Fig. 7.6 – Schema di inquadramento del caso applicativo rispetto alle linee guida delineate, elaborazione originale

7.2.1 Inquadramento del caso applicativo rispetto al workflow Smart Swap Building: metodologia di rilievo laser scanner 3D integrato

L'edificio residenziale è stato oggetto di una campagna di rilievo metrico effettuata nel maggio 2015. Il progetto di rilievo nasce dalla necessità di acquisire i caratteri metrici e morfologici del condominio sia delle superfici esterne sia nelle porzioni interne al fine di valutare il peso dell'edificio nel contesto urbano e progettare l'intervento di riqualificazione. La finalità del rilievo, dunque, è stata quella di acquisire una banca dati tridimensionale che mettesse in evidenza lo stato dell'architettura, non solo rendendo manifeste le caratteristiche architettoniche, ma soprattutto, esplicitando la necessità di intervenire sul patrimonio. Il rilievo metrico per l'acquisizione delle caratteristiche dell'oggetto è stato eseguito mediante scanner 3D Leica P40 effettuando 17 punti di stazione esterni all'edificio e 112 punti di stazione interni.

L'acquisizione della morfologia esterna, effettuata esclusivamente dal piano di calpestio, perde parte della ricchezza nella porzione sommitale dell'edificio a causa delle zone d'ombra derivanti dalla riduzione della sezione senza comunque causare l'impossibilità della lettura e dell'interpretazione delle geometrie. Particolare attenzione è stata rivolta anche all'intorno al fine di acquisire le volumetrie del verde di contesto e degli edifici in rapporto a quello oggetto di indagine. Per tali caratteristiche, la risoluzione adottata per le scansioni esterne è stata di 3,1 mm/10m. Per quanto riguarda lo spazio interno, al fine di contenere la durata della campagna di rilievo nell'arco di una settimana e in relazione alla tipologia edilizia, si è scelto di rilevare accuratamente il sistema di distribuzione verticale e di un alloggio tipo posto al terzo piano. La risoluzione adottata in questo caso, per la ridotta dimensione degli spazi, è decisamente inferiore e si attesta su 6,3mm/10m. L'acquisizione è stata condotta mediante tecnologia HDS con l'integrazione del rilievo topografico: l'operazione ha permesso di generare una struttura geometrica plano-altimetrica al fine di ottenere una maggiore precisione nella configurazione del modello finale, risolvendo le problematiche della generazione metrica 3D. Complessivamente il modello morfo-metrico generato mediante software Leica Cyclone descrive forma e dimensioni dell'oggetto e del suo contesto grazie all'insieme di 3.015.360.559 coordinate spaziali.



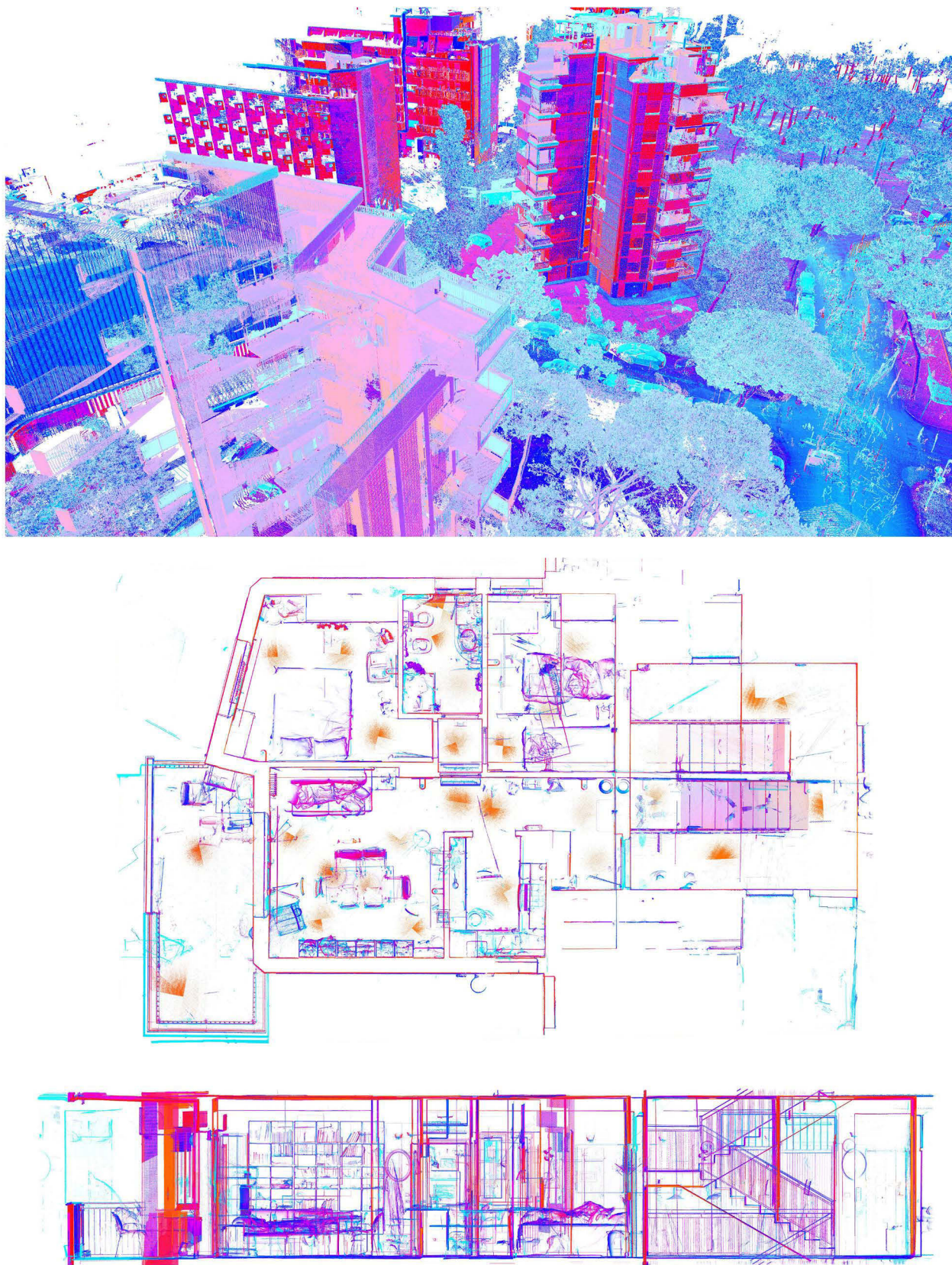


Fig. 7.7 – Elaborazione della nuvola di punti effettuate su Leica Cyclone: morfologia complessiva e alloggio tipo - elaborazione centro DIAPReM, Guido Galvani

L'interrogazione della nuvola in ambiente Cyclone risulta agevole, mediante la riduzione del caricamento dei punti in relazione alle prestazioni del computer dedicato, anche con tale ricchezza di dato. D'altra parte però, la necessità di restituire il rilievo mediante database tridimensionali di tipo BIM, impone la necessità della riduzione del numero di punti per effettuare un'esportazione compatibile.

Elementi oggetto di esportazione	Numero di coordinate spaziali	Peso del file .PTS generato
Edificio con intorno e area verde di pertinenza	3.015.360.559	74,2 GB
Solo edificio	2.118.509.022	43,8 GB

Si è pertanto proceduto a concentrarsi sull'esportazione della sola porzione edificata al fine di importare nel database BIM un oggetto di più facile interpretazione, mediante l'unificazione di tutte le porzioni della nuvola derivanti da differenti scansioni e la riduzione della spaziatura media dei punti con i seguenti risultati.

Riduzione della spaziatura media dei punti	Numero di coordinate spaziali	Peso del file .PTS generato
0.010	432.366.375	14,4 GB
0.050	38.912.136	1,29

7.2.2 Verifica di coerenza del dato di interscambio: restituzione tridimensionale in database informativi di tipo BIM

La verifica delle procedure di importazione della nuvola di punti in database BIM sono state esaminate nell'ambito di due ambienti software leader nel settore: Autodesk Revit e Graphisoft Archicad. Entrambi i software importano nativamente oggi nuvola di punti, sebbene facciano riferimento a differenti formati file.

Graphisoft Archicad ha reso possibile dalla versione 19, oggetto di questa verifica in versione per sistemi Macintosh OSX, l'importazione di nuvole di punti in formati .xyz e .e57. Sebbene entrambi i formati siano esportabili direttamente da Leica Cyclone è da notare quanto segue:

- il file .e57 non è più esportabile da Cyclone a seguito della procedura di unificazione delle porzioni di nuvola;
- il file .xyz esportato da Cyclone è composto di quattro colonne (tre coordinate e valore di riflettanza);
- Archicad è in grado di accettare solo file .xyz contenenti almeno 6 colonne (tre coordinate e i valori RGB).

Pertanto si è scelto di utilizzare il file .pts generato da Leica Cyclone come dato sorgente per il software CloudCompare, progetto *open source* multiplatforma (Windows, Mac e Linux) per la gestione di nuvole di punti e mesh poligonali, coi seguenti risultati:

- è possibile generare un file .xyz controllando la disposizione e il numero delle colonne;
- nella sola versione per Windows è possibile generare un file .57.

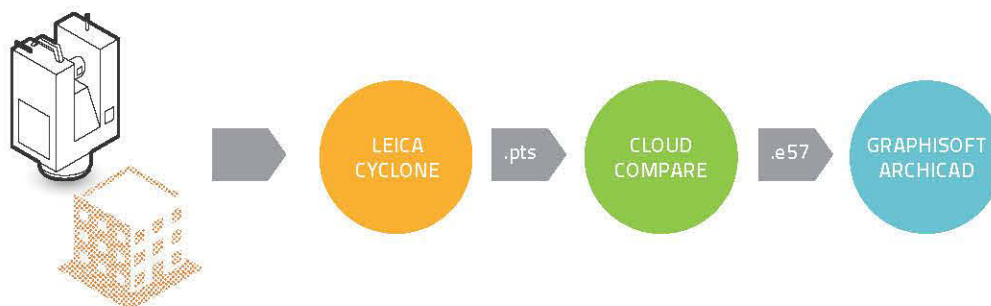


Fig. 7.8 – Schematizzazione della procedura di importazione della nuvola di punti da Leica Cyclone e Graphisoft Archicad - elaborazione originale

Si è così proceduto all'importazione su Archicad, in ambiente Mac, della nuova di punti generata in un nuovo file dove l'inserimento avviene come unico oggetto GDL¹¹ assegnato ad un piano di sezione orizzontale. L'importazione è però limitata ai soli dati di coordinata tridimensionale mentre viene ignorato il dato scalare di riflettanza. Poiché la scansione realizzata non integra il dato colorimetrico RGB acquisito mediante fotocamera sferica nelle singole stazioni questo comporta una difficile lettura della nuvola di punto nelle viste tridimensionali. Per quanto riguarda invece le proiezioni ortogonali la renderizzazione dei punti in relazione alla densità e allo zoom di visualizzazione permette di leggere il dato più agevolmente. L'acquisizione del dato colorimetrico sebbene possa portare un chiaro beneficio a livello di interpretazione del dato, di contro rendere la procedura di rilievo sul campo più lenta raddoppiando il numero di stazioni necessarie (nel caso di due strumentazioni separate, scanner e fotocamera) o di operazioni sulla singola stazione (nel caso di fotocamera integrata nello scanner).

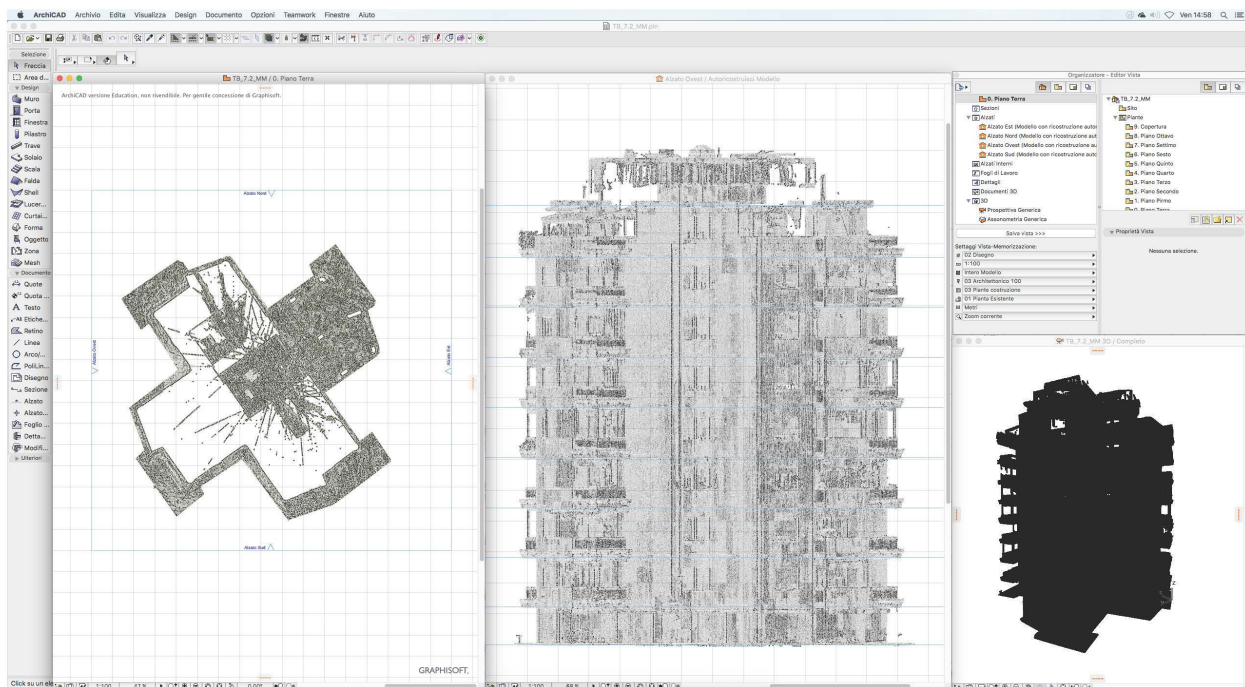
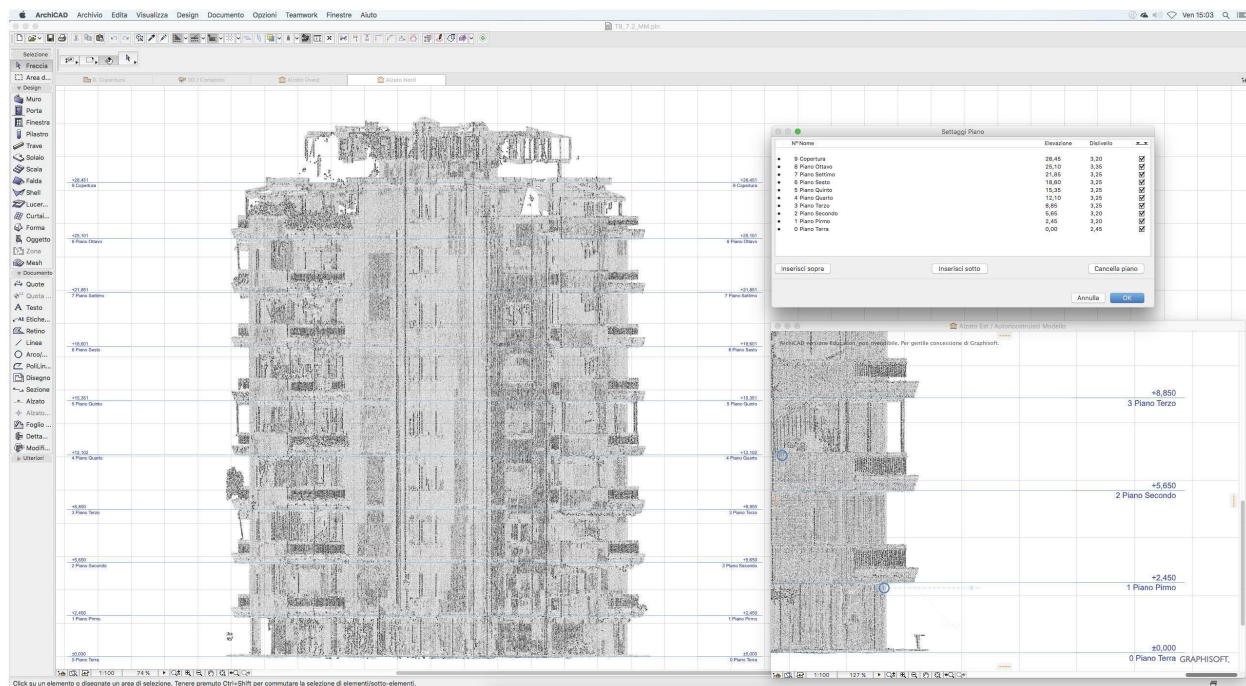


Fig. 7.9 – Visualizzazione della nuvola di punti all'interno di Archicad: paragone tra visualizzazione in proiezione ortogonale e vista tridimensionale - elaborazione originale

Grazie alla visualizzazione in prospettiva è stato poi possibile definire per via grafica il posizionamento dei livelli orizzontali di definizione dei piani dell'edificio. Questa operazione, oltre a definire la macro organizzazione del progetto, ha reso possibile anche effettuare una prima riflessione sulla qualità realizzativa dell'edificio e sulle deformazioni rispetto al piano orizzontale che sembrano restare contenute, ad una prima analisi, nell'ordine dei ± 5 cm.

11 Il Geometric Description Language (ovvero Linguaggio di Descrizione Geometrica) o GDL è un linguaggio di programmazione affine al BASIC, usato dal programma ArchiCAD per generare e gestire elementi preconfezionati, come strutture complesse, arredi, simboli e altro. Il codice GDL viene interpretato dal programma durante la generazione del modello, consentendo di avere files di dimensione molto contenuta.



N° Nome	Elevazione	Dislivello	
• 9 Copertura	28,45	3,20	☒
• 8 Piano Ottavo	25,10	3,35	☒
• 7 Piano Settimo	21,85	3,25	☒
• 6 Piano Sesto	18,60	3,25	☒
• 5 Piano Quinto	15,35	3,25	☒
• 4 Piano Quarto	12,10	3,25	☒
• 3 Piano Terzo	8,85	3,25	☒
• 2 Piano Secondo	5,65	3,20	☒
• 1 Piano Primo	2,45	3,20	☒
• 0 Piano Terra	0,00	2,45	☒

Fig. 7.10 – Definizione dei piani dell'edificio mediante interpretazione del dato in proiezione ortogonale in prospettiva - elaborazione originale

La gestione delle sezioni orizzontali risulta relativamente agevole sebbene non automatica. L'assegnazione dell'oggetto nuvola di punti ad un piano specifico comporta che, in linea con la logica di funzionamento di ArchiCAD, questa venga sezionata di default ad una quota di +1,10m dal livello del piano a cui l'oggetto appartiene. Nella visualizzazione di tutti i livelli orizzontali successivi l'oggetto non viene più mostrato in proiezione a meno di non attivare la funzione *sottolucido* che visualizza in trasparenza la proiezione di un differente piano. Tale configurazione determina pertanto che, le sezioni orizzontali in cui il livello di attribuzione della nuvola è indicato come *sottolucido*, questa venga mostrata secondo la stessa proiezione ortogonale elaborata rispetto alla sua attribuzione iniziale.

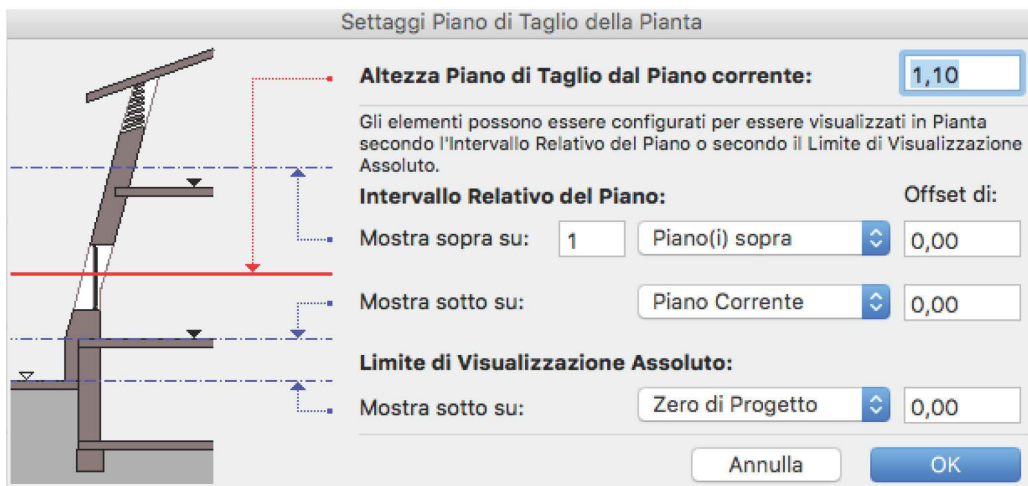
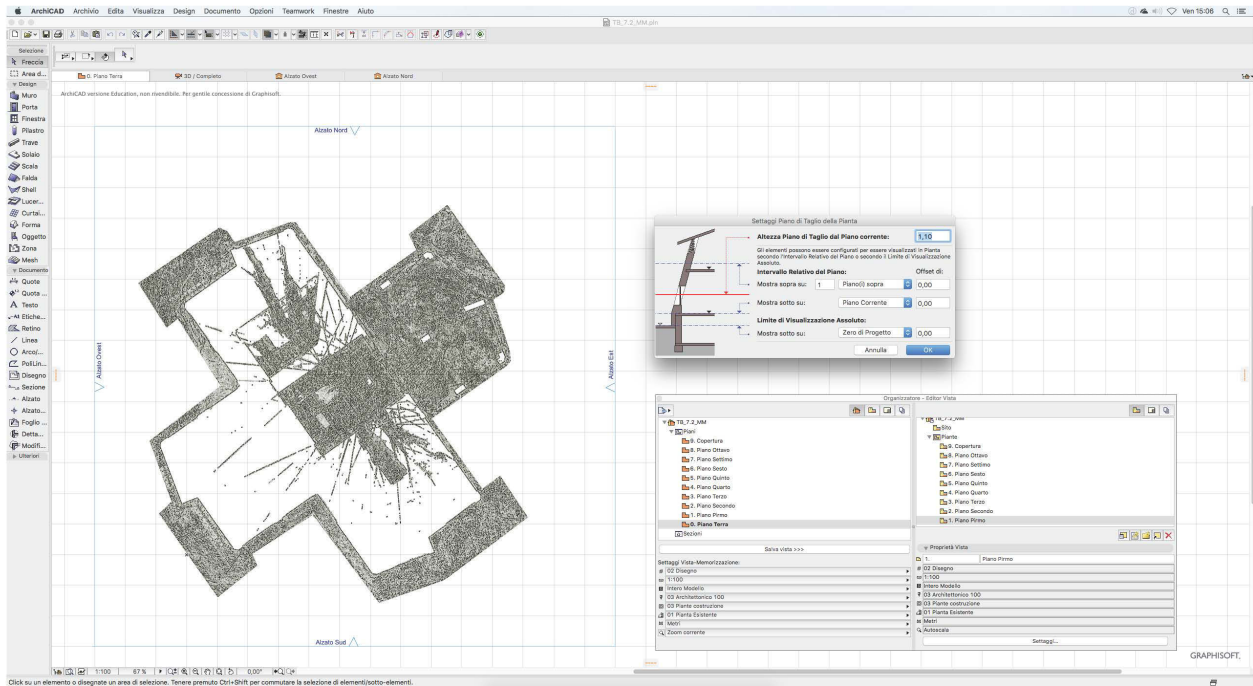
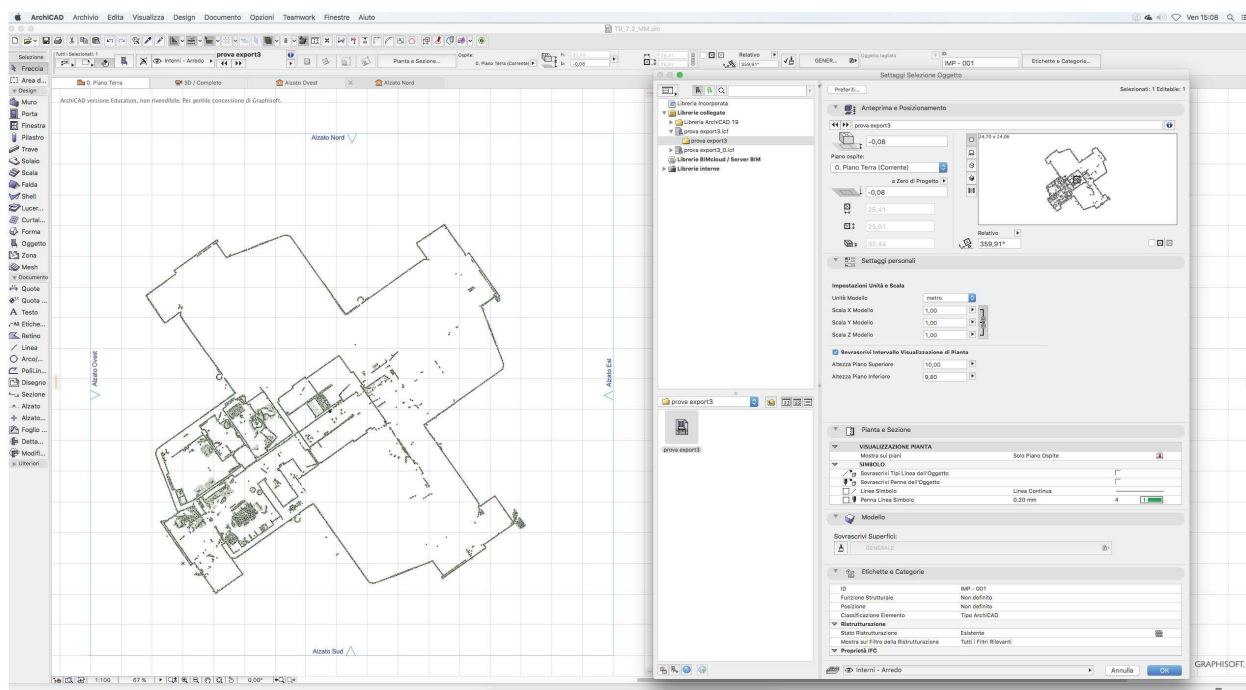


Fig. 7.11 – Sezione orizzontale elaborata a +1,10m dal piano orizzontale, secondo le impostazioni di progetto, con l'oggetto nuvola di punti assegnato al livello Piano Terra (+0,00) – visualizzazione come sottolucido per la pianta del Terzo Piano - elaborazione originale

È possibile ovviare a tale problematica agendo sulle impostazioni di visualizzazione del singolo oggetto nuvola di punti e specificando, a seconda del livello orizzontale sul quale si lavora, il livello di taglio e lo spessore della porzione da mostrare. Mentre il secondo parametro risulta molto utile poiché in tal modo è possibile visualizzare una quantità di punti limitata a seconda delle esigenze di lavoro, il primo può essere causa di errori in situazioni più complesse di quella presa in esame. Infatti è necessario notare come si perda così parte del beneficio dell'oggetto tridimensionale e della generazione automatica delle viste tipica di strumenti BIM: sebbene sia sempre garantito l'allineamento verticale tra gli oggetti rilevati, l'operazione manuale potrebbe causare errori di modellazione nel caso di geometrie a sezione variabile rispetto all'altimetria. È vero invece, d'altro canto, che la possibilità di delimitare la porzione orizzontale proiettata permette di escludere una certa quantità di punti irrilevanti rispetto alle operazioni di modellazione BIM.



Impostazioni Unità e Scala

Unità Modello: metro

Scala X Modello: 1,00

Scala Y Modello: 1,00

Scala Z Modello: 1,00

☒ **Sovrascrivi Intervallo Visualizzazione di Pianta**

Altezza Piano Superiore: 10,00

Altezza Piano Inferiore: 9,80

Fig. 7.12 – Sezione orizzontale elaborata secondo l'introduzione puntuale dei parametri di visualizzazione, con l'oggetto nuvola di punti assegnato al livello Piano Terra (+0,00) – visualizzazione come sottolucido per la pianta del Terzo Piano - elaborazione originale

Secondo la visualizzazione in proiezione, nonostante la nuvola sia considerata un oggetto unitario, è possibile utilizzare i singoli punti come *snap* per il tracciamento di oggetti parametrici a geometrie vincolate e ricostruire così, mediante l'interpretazione critica del rilievo, il modello BIM dell'esistente o lavorare direttamente con addizioni rispetto allo stato di fatto.

La stessa operazione è stata condotta anche su Autodesk Revit, disponibile esclusivamente per piattaforma Windows. I formati di importazione accettati sono in questo caso decisamente più numerosi ed includono, tra gli altri, i formati .pts e .ptx, classificati però come *non elaborati*. L'importazione della nuvola di punti in Revit richiede infatti l'elaborazione di una indicizzazione che non è presente nei formati *non-ordered* di esportazione da Cyclone. Per tale motivo Autodesk infatti ha reso disponibile un apposito software, denominato Recap, al fine di processare una o più scansioni tridimensionali prima di procedere all'importazione. Si quindi proceduto ad importare il file .pts in Recap, con il quale è possibile effettuare una prima verifica della coerenza del dato e impostarne i parametri di visualizzazione, per poi generare il relativo file .rcp. Da questo risulta notevolmente più agevole l'importazione in Revit.

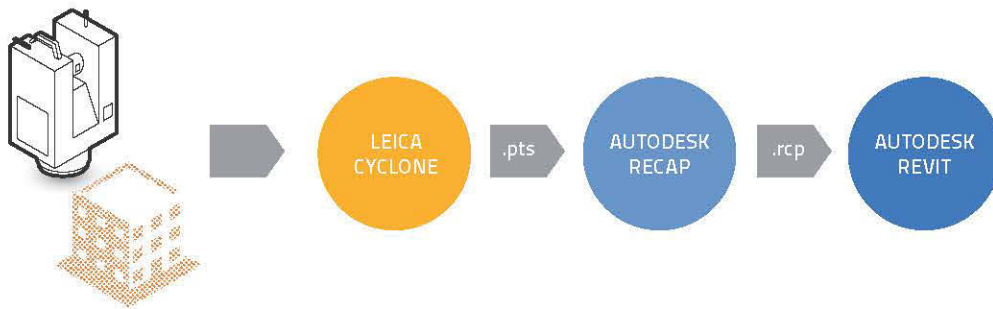


Fig. 7.13 – Schematizzazione della procedura di importazione della nuvola di punti da Leica Cyclone e Autodesk Revit – elaborazione originale

Si è così proceduto al posizionamento della nuvola di punti su Revit dove l'oggetto viene interpretato come unitario. In questo caso la mancanza del dato RGB si configura come una minore criticità rispetto all'importazione del dato su Archicad poiché il dato scalare della riflettanza viene mostrato in scala di grigi e permette la percezione dei differenti elementi componenti la geometria. Tale visualizzazione è applicata a tutte le viste, sia quelle in proiezione ortogonale che quelle tridimensionali assonometriche o prospettiche.

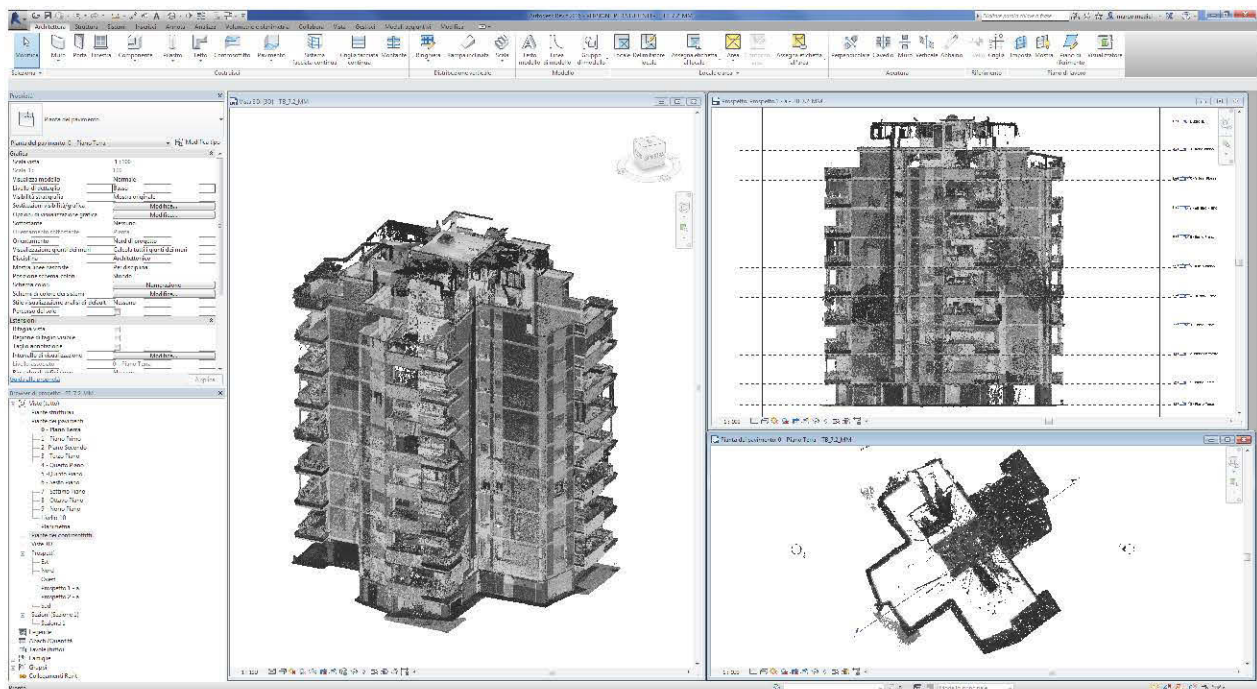


Fig. 7.14 – Visualizzazione della nuvola di punti all'interno di Revit: paragone tra visualizzazione in proiezione ortogonale e vista tridimensionale – elaborazione originale

Anche in questo secondo caso si è provveduto a definire per via grafica il posizionamento dei livelli orizzontali di definizione dei piani dell'edificio dalla quale è stata osservata la stessa deformazione del piano orizzontale rilevata in precedenza.

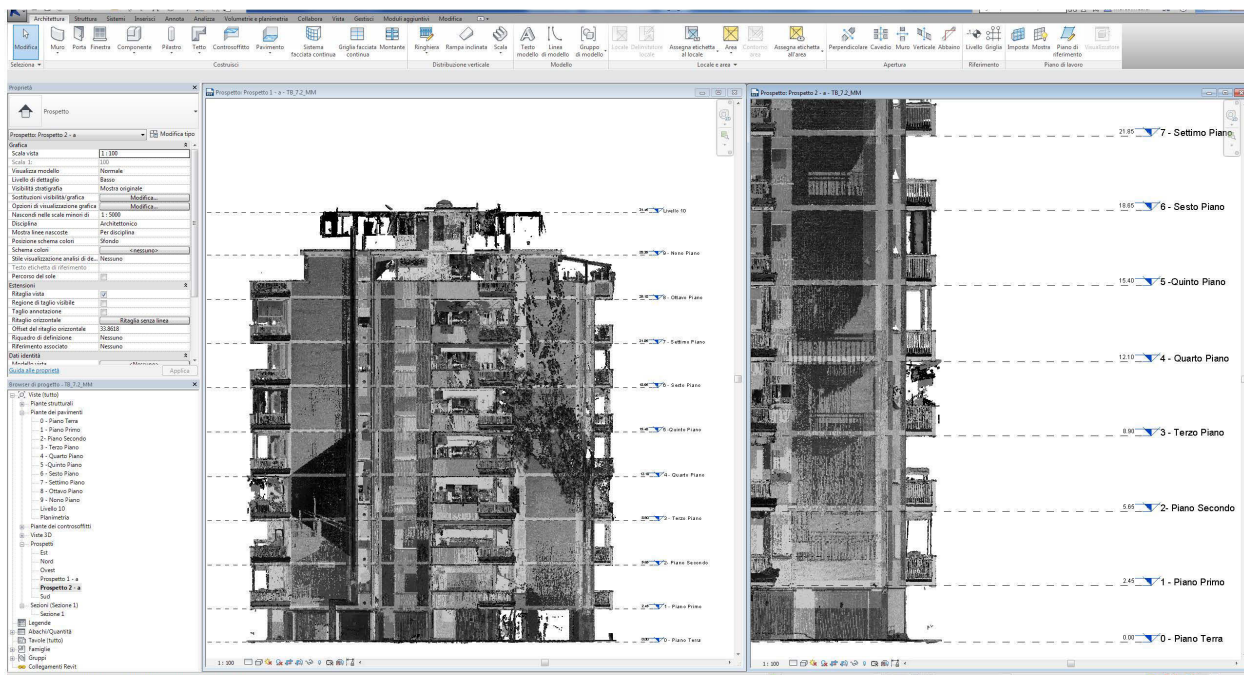


Fig. 7.15 – Definizione dei piani dell'edificio mediante interpretazione del dato in proiezione ortogonale in prospettiva - elaborazione originale

Su Revit risulta invece migliore la gestione della proiezione delle sezioni orizzontali: l'oggetto nuvola di punti, pur essendo assegnato ad un livello, viene interpretato rispetto a qualsiasi sezione orizzontale che ne intersechi il dato. In tal modo è sempre garantita la coerenza della proiezione planimetrica rispetto al piano di taglio orizzontale individuato. Come impostazione di default la linea di sezione orizzontale è posta a +1,20m rispetto al livello del piano e viene proiettato tutto ciò che è compreso in questa distanza. Ne consegue che, sebbene questo tipo di comportamento sia coerente con le necessità di disegno architettonico, può essere utile operare sulle impostazioni di visualizzazione della pianta per raffinare il dato visualizzato. È infatti possibile specificare per ogni livello un intervallo proiezione al fine di selezionare la sola porzione utile della nuvola inserita. Grazie a questa operazione è possibile generare le condizioni, anche su Revit, per il tracciamento di oggetti parametrici a geometrie vincolate utilizzando i singoli punti come *snap*.

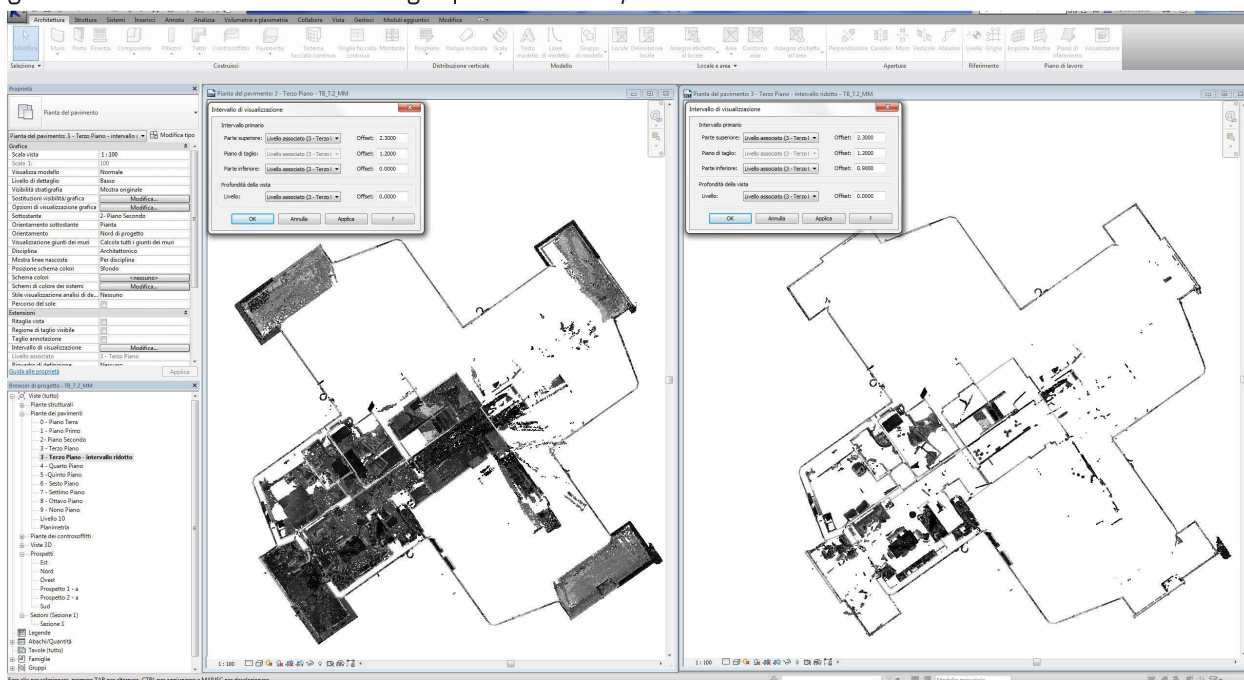


Fig. 7.16 – Raffronto tra sezione orizzontale elaborata automaticamente secondo i piani di taglio e sezione orizzontale rielaborata restringendo l'intervallo di visualizzazione - elaborazione originale

In relazione al processo identificato nelle linee guida è quindi verificata la possibilità di gestione del rilievo a nuvola di punti come generatore delle geometrie dello stato di fatto. Queste andranno poi integrate con ulteriori indagini di natura diretta e indiretta per definire nel dettaglio matericità e stato di conservazione: il dato geometrico si configura pertanto come contenitore di ulteriori dati e diviene condizione necessaria per portare a compimento la definizione del modello dello stato di fatto che, una volta completato, può essere esportato e condiviso su standard IFC.

Sul fronte dell'interoperabilità e compatibilità del dato, infatti, il percorso analizzato si pone a margine della fase di condivisione vera e propria relativa al BIM: fino al momento dell'importazione della nuvola di punti, la natura del dato resta collegata prevalentemente alla tipologia di strumentazione impiegata. Il dialogo tra laser-scanner e PC avviene tramite software proprietario (es: Leica P40 per l'acquisizione e Cyclone per l'elaborazione) mentre la natura abbastanza elementare, dal punto di vista informatico, del dato registrato non rende necessaria un'ulteriore standardizzazione dei formati di esportazione.

7.3 Test-bed: modello innovativo di residenze a basso costo | prima casa multifamily | progettazione e interoperabilità

Il secondo caso applicativo preso in esame è parte del quartiere S.Rocco a Faenza: un insediamento di nuova realizzazione, inserito in un ampio intervento urbanistico sostenibile, nell'ambito del programma europeo Inter-reg II B Medocc. I principi che sottendono alla pianificazione del quartiere residenziale, sostenuto dal Comune di Faenza e progettato dagli architetti Ennio Nonni e Silvia Laghi, sono volti all'identificazione di criteri e strumenti comuni all'area del mediterraneo per facilitare la realizzazione di insediamenti conformi ai principi della sostenibilità, attraverso lo studio di culture, approcci metodologici e contesti differenti. Il progetto affronta due tematiche di base per la costruzione di nuovi quartieri: da un lato l'approccio di pianificazione e gestione del territorio, dall'altro la sperimentazione di tecniche realizzative, utilizzo di materiali e tecnologie innovative¹².

L'area del nuovo quartiere, di circa 83.000 mq., ha conformazione irregolare e deriva dall'accorpamento di aree residue, rimaste libere da precedenti edificazioni. Nonostante si tratti di un intervento di nuova costruzione, l'inserimento in un tessuto consolidato permette lo sfruttamento di servizi costituiti con precedenti urbanizzazioni. L'obiettivo della trasformazione del territorio pertanto è volta alla definizione di un insediamento dove la dimensione umana e relazionale sia incentivata. Il principio generatore si struttura intorno alle modalità aggregative degli spazi aperti e di quelli costruiti, mediante un progetto capace di creare una sequenza di corti e luoghi protetti per agevolare le relazioni urbane. L'eco-quartiere S.Rocco l'aggregazione abitativa di altezza contenuta (3 piani) affaccia su spazi pubblici per valorizzare l'integrazione sociale residenziale e sfuggire alle logiche tradizionali di lottizzazione grazie ad un confine labile tra proprietà pubblica e privata lasciata all'interpretazione dei singoli progettisti a garanzia della presenza di una pluralità di linguaggi architettonici integrati.

Nello specifico si è assunto come *test-bed* il lotto progettato dall'architetto Gabriele Lelli e costituito da due edifici residenziali di tre piani di 20 appartamenti ciascuno in mattoni faccia a vista. La tradizionale tipologia di forma compatta dell'edificio a torre, con alloggi distribuiti intorno ad un sistema verticale di distribuzione, è racchiusa da una pelle curvilinea che definisce un prospetto continuo, senza spigoli o interruzioni, bucato unicamente dalle aperture delle logge su cui si affacciano gli appartamenti. Proprio la capacità di reinterpretare un modello residenziale consolidato attraverso complesse geometrie ha costituito la caratteristica fondamentale di analisi del caso applicativo, rispetto alla possibilità degli strumenti e degli standard di gestire la generazione di forme non tradizionali, così come la condivisione e l'interoperabilità del dato su differenti piattaforme.



¹² Cfr. NONNI E., LAGHI S., *Un eco quartiere mediterraneo. Il quartiere residenziale S. Rocco a Faenza*, Comune di Faenza, Grafiche Zattoni, 2008



Fig. 7.17 – Documentazione fotografica degli edifici del Quartiere S.Rocco, progettati dall'Arch. Gabriele Lelli, oggetto del caso applicativo - foto Chiara Graziadei

luogo	Quartiere San Rocco, Faenza (RA)
tipologia	Edifici residenziali a torre
stato conservativo	Edifici di nuova realizzazione e di buona qualità. Buono stato manutentivo.
tipologia di proprietà	Multifamily – prima casa

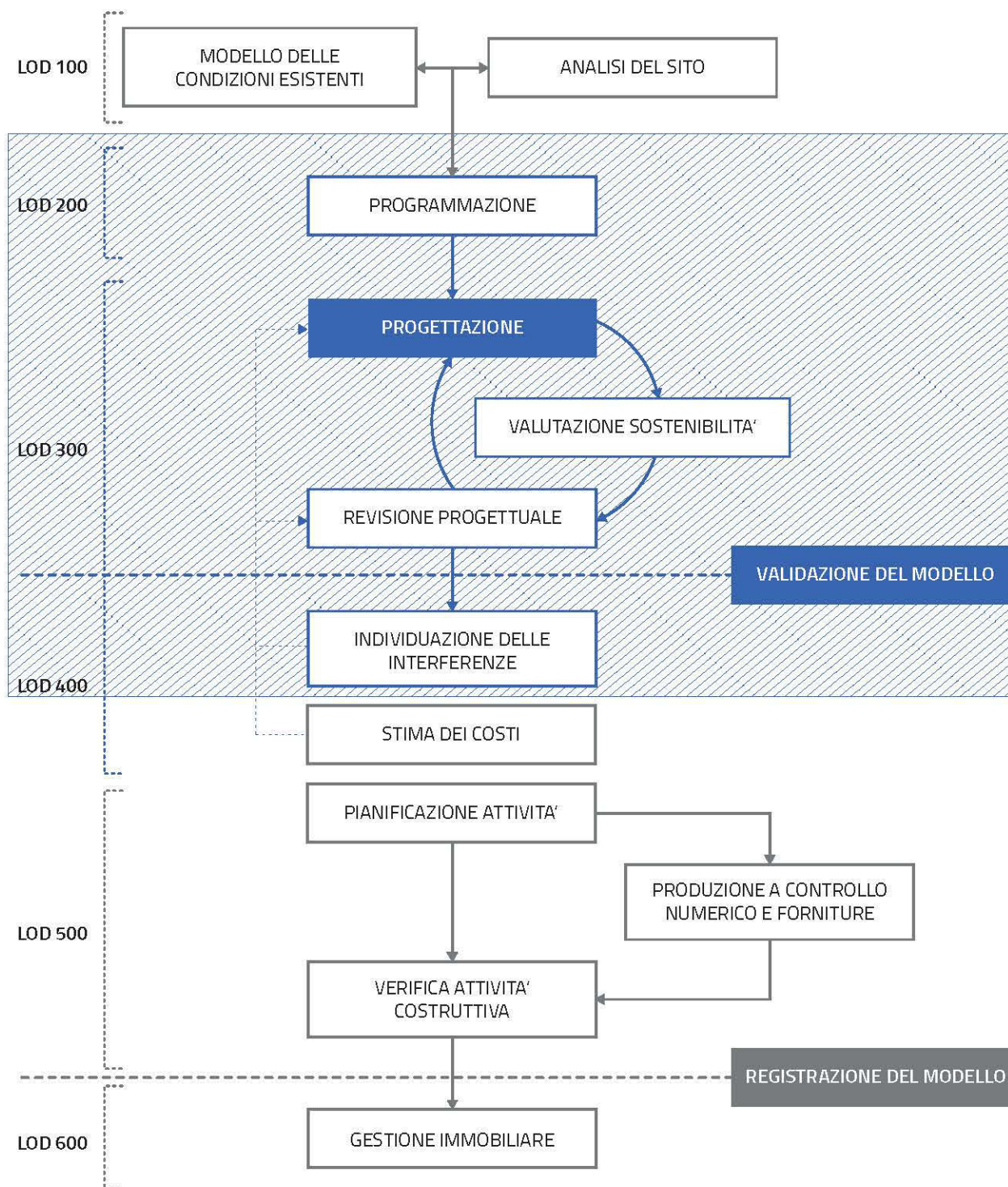


Fig. 7.18 – Schema di inquadramento del caso applicativo rispetto alle linee guida delineate - elaborazione originale

7.3.1 Inquadramento del caso applicativo rispetto al workflow Smart Swap Building: creazione del modello di progetto con geometrie complesse

Il caso applicativo oggetto della presente verifica è riferibile alle fasi di creazione e gestione del modello BIM progettuale sebbene, a causa dei tempi di svolgimento della fase progettuale nella pratica professionale, le operazioni descritte di seguito facciano riferimento ad una simulazione. La modellazione del complesso edilizio è infatti avvenuta seguendo le logiche del rilievo del progetto: in una prima fase si è proceduto alla creazione di eidotipi al fine di interpretare la conformazione metrico-morfologica e funzionale degli edifici oggetto d'esame per poi procedere alla modellazione mediante strumenti BIM. Il rapporto tra eidotipo e modello BIM è infatti assimilabile al quello tra schizzo progettuale e modello BIM: la prima fase, composta dalla tradizionale operazione del disegno su carta, viene verificata nella terza dimensione grazie alla chiusura del modello BIM nella seconda. La creazione di un database informativo impone inoltre, come in fase progettuale, di definire durante lo sviluppo del modello la sua discretizzazione in componenti edilizie così come di caratterizzarne la matericità e la qualità dei materiali.

Particolare attenzione è stata posta, in questo caso specifico, alla creazione dell'involucro, da un lato elemento caratterizzante il progetto e dall'altro oggetto di necessario approfondimento dal punto di vista tecnico rispetto agli strumenti BIM. La natura curva e continua della pelle dell'edificio permette infatti di mantenere l'edificio estremamente compatto nonostante una dinamica interna di disposizione ottimizzata di spazi tradizionali e di attuare strategie di contenimento dei consumi grazie alla riduzione delle superfici disperdenti e alla creazione di spazi di filtro con l'ambiente esterno. Si è proceduto pertanto a modellare gli edifici mediante l'impegno di due differenti software BIM, entrambi operanti su piattaforma Windows: Autodesk Revit e Nemetschek Allplan. In entrambi i casi la generazione delle geometrie che definiscono lo spazio interno è stata estremamente compatibile con gli elementi BIM standardizzati. Diversamente invece è stato necessario prestare maggiore attenzione alla pelle esterna. La pelle esterna è stata invece generata in due fasi: dapprima è stato identificato e tracciato l'asse di sviluppo della parete rispetto alla proiezione planimetrica dell'elemento e, in secondo luogo, è stata generata la parete stessa associando la geometria di sviluppo sul piano orizzontale al valore di spessore e stratigrafia dell'elemento architettonico.

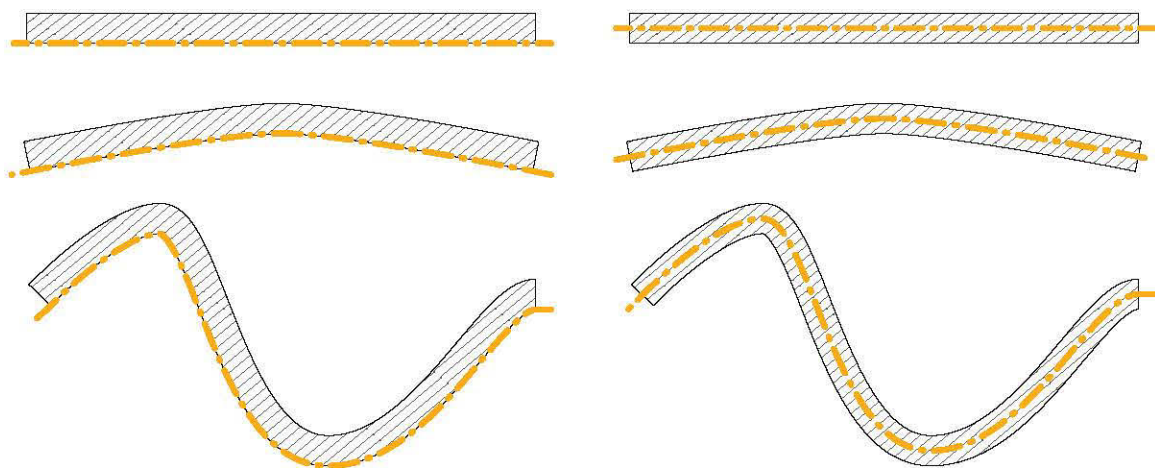


Fig. 7.19 – Metodo di tracciamento dell'involucro: rapporto tra geometria curva e creazione di un elemento di chiusura verticale parametrico - elaborazione originale

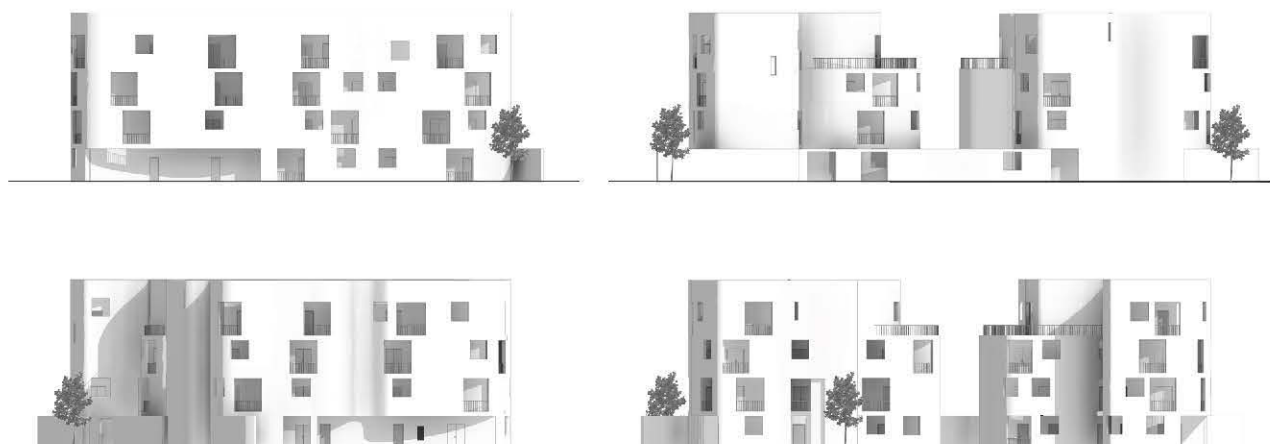
Lo sviluppo verticale omogeneo dal piano terra al secondo ha permesso poi di agire secondo due logiche differenti dal punto di vista della modellazione. Interpretare la geometria secondo la continuità verticale permette di definire i limiti dell'elemento, inferiore e superiore, utili a parametrarne l'altezza della parete sull'intero reale sviluppo. In secondo luogo poi il posizionamento delle bucatore avviene con unico riferimento al livello zero, metodo utile in virtù della non regolarità del posizionamento delle aperture. Alternativamente è invece possibile suddividere la parete in porzioni relative ai differenti piani: sebbene in questo caso sia necessario ripetere più volte la procedura di generazione dell'elemento, questo permetterà poi, in fase di pianificazione della costruzione, di discretizzare l'elemento con maggiore precisione.

Lo sviluppo dell'ultimo piano degli edifici presenta invece una variazione volumetrica. Anche in questo caso è necessario ridurre il disegno dell'elemento alla sua generatrice planimetrica e comprendere di conseguenza il raccordo con la curva sottostante. Questa sarà poi verificata tridimensionalmente una volta realizzato l'elemento parete.

Complessivamente, in accordo con quanto definito nelle linee guida, il modello per tale simulazione è stato sviluppato fino LOD 300, gli elementi architettonici modellati sono accurati e posizionati correttamente ed è già possibile effettuare verifiche di conformità. A questo LOD sono esportabili tutti gli elaborati tradizionali e le documentazioni necessarie per procedere con la costruzione del manufatto edilizio.



Pianta attacco a terra



Sezioni e prospetti

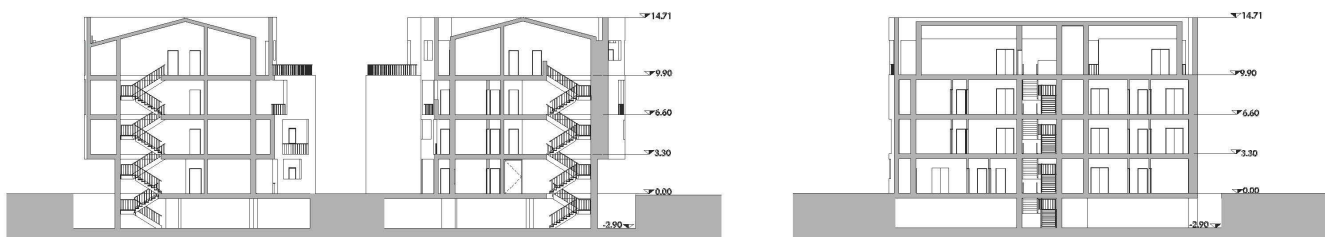


Fig. 7.20 – Elaborati bidimensionali (piane, prospetti sezioni) e render foto-realistici con caratterizzazione materica degli elementi per la documentazione del manufatto edilizio in accordo con il Livello di Sviluppo LOD300 - modellazione BIM e estrazione dati Pietro Benedettini, Chiara Graziadei, Beatrice Molari

7.3.2 Verifica di coerenza del dato di interscambio: interoperabilità orizzontale e verticale e verifica di coerenza del dato

La relativa difficoltà di realizzazione del modello BIM dell'edificio preso in esame necessita però del controllo di interoperabilità del dato, sia in direzione orizzontale, vale a dire su software BIM che operano in ambiti paralleli di utilizzo progettuale, sia in direzione verticale, ovvero su software BIM che operano in fasi successive del processo edilizio.

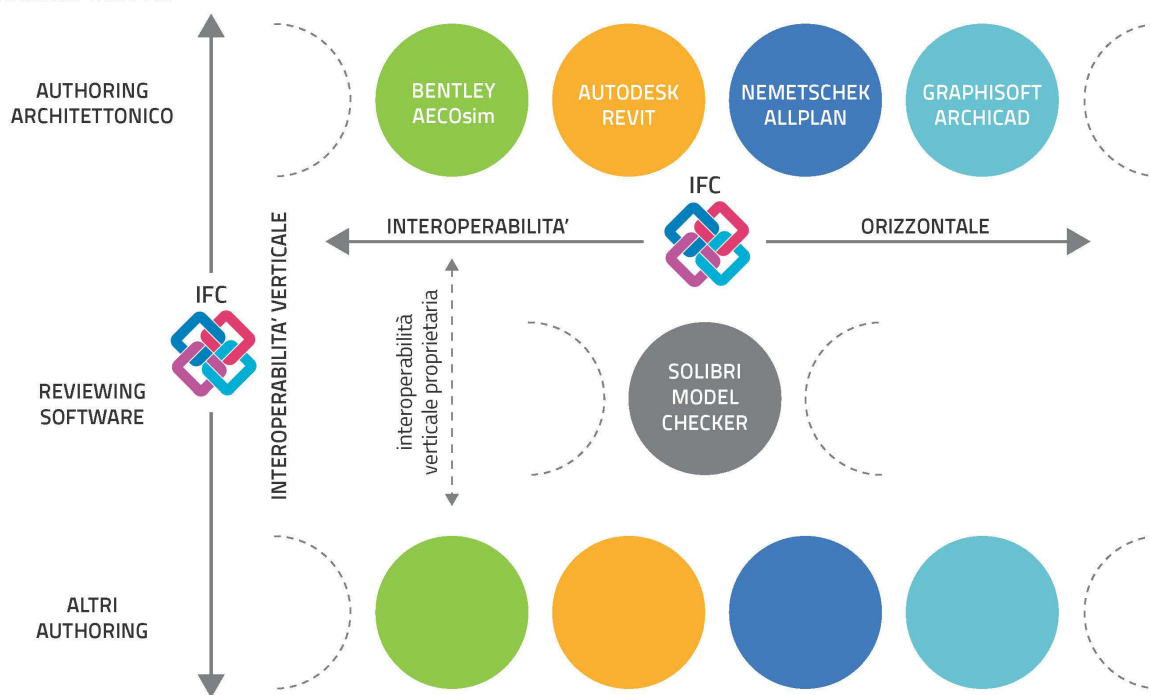
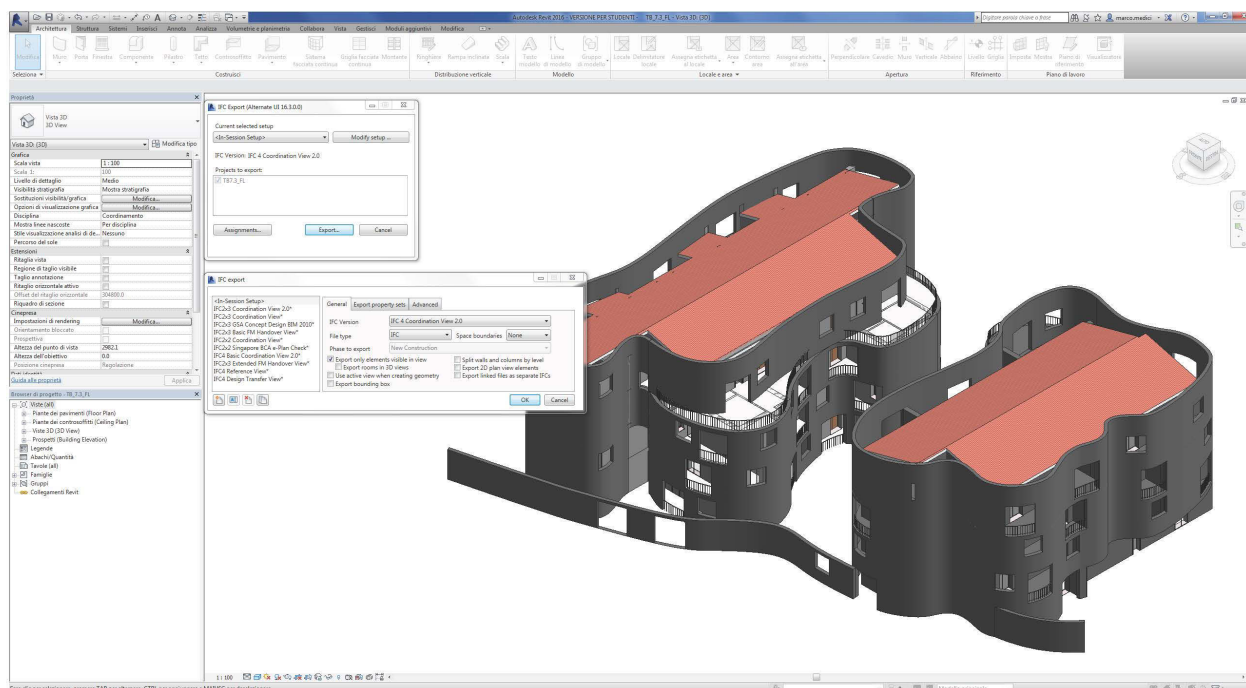


Fig. 7.21 – Schematizzazione dell'interoperabilità orizzontale e verticale rispetto alle linee guida delineate - elaborazione originale

Dal punto di vista metodologico, per la verifica dell'interoperabilità orizzontale sono state effettuate le seguenti operazioni:

- esportazione da Autodesk Revit in formato IFC ed importazione in Solibri Model Viewer
- esportazione da Nemetschek Allplan in formato IFC ed importazione in Solibri Model Viewer
- esportazione da Autodesk Revit in formato IFC ed importazione in Nemetschek Allplan e viceversa

Per ottimizzare l'esportazione da Revit in formato di interscambio IFC è possibile, mediante l'apposito pannello di opzioni dedicato, agire su specifiche categorie e filtrare gli elementi in base al tipo di esportazione richiesta, come elementi architettonici, strutturali o impiantistici. La stessa esportazione può essere eseguita anche dal modello creato in Allplan sebbene le possibilità di filtrare gli elementi siano più limitate. Per la verifica in oggetto si è proceduto ad esportare il modello realizzato in tutte le sue parti in considerazione del LOD raggiunto.



<In-Session Setup>
 IFC2x3 Coordination View 2.0*
 IFC2x3 Coordination View*
 IFC2x3 GSA Concept Design BIM 2010*
 IFC2x3 Basic FM Handover View*
 IFC2x2 Coordination View*
 IFC2x2 Singapore BCA e-Plan Check*
 IFC4 Basic Coordination View 2.0*
 IFC2x3 Extended FM Handover View*
 IFC4 Reference View*
 IFC4 Design Transfer View*

General Export property sets Advanced

IFC Version IFC 4 Coordination View 2.0

File type IFC Space boundaries None

Phase to export Default phase to export

☐ Export only elements visible in view

☐ Export rooms in 3D views

☐ Use active view when creating geometry

☐ Export bounding box

☐ Split walls and columns by level

☐ Export 2D plan view elements

☐ Export linked files as separate IFCs

<In-Session Setup>
 IFC2x3 Coordination View 2.0*
 IFC2x3 Coordination View*
 IFC2x3 GSA Concept Design BIM 2010*
 IFC2x3 Basic FM Handover View*
 IFC2x2 Coordination View*
 IFC2x2 Singapore BCA e-Plan Check*
 IFC4 Basic Coordination View 2.0*
 IFC2x3 Extended FM Handover View*
 IFC4 Reference View*
 IFC4 Design Transfer View*

General Export property sets Advanced

☐ Export Revit property sets

☒ Export IFC common property sets

☐ Export schedules as property sets

☐ Export only schedules containing IFC, Pset, or Common in the title

☐ Export user defined property sets

C:\ProgramData\Autodesk\ApplicationPlugins\IFC 2016.bundle\Conte Browse ...

☐ Export base quantities

<In-Session Setup>
 IFC2x3 Coordination View 2.0*
 IFC2x3 Coordination View*
 IFC2x3 GSA Concept Design BIM 2010*
 IFC2x3 Basic FM Handover View*
 IFC2x2 Coordination View*
 IFC2x2 Singapore BCA e-Plan Check*
 IFC4 Basic Coordination View 2.0*
 IFC2x3 Extended FM Handover View*
 IFC4 Reference View*
 IFC4 Design Transfer View*

General Export property sets Advanced

Level of detail for some element geometry High

☒ Export parts as building elements

☐ Allow use of mixed "Solid Model" representation

☐ Use family and type name for reference

☐ Use 2D room boundaries for room volume

☐ Include IFC SITE elevation in the site local placement origin

☐ Store the IFC GUID in an element parameter after export

Fig. 7.22 – Possibilità avanzate di esportazione del modello BIM secondo lo standard IFC da Revit - elaborazione originale

È necessario notare come in entrambi i software in versione 2016 non sia ancora stata implementata la possibilità di esportare nativamente secondo le direttive nell'ultimo standard pubblicato da consorzio buildingSMART, sebbene Autodesk metta a disposizione ogni anno un aggiornamento degli standard di esportazione. Per quanto riguarda Revit è quindi necessario installare separatamente la possibilità esportare in formato IFC4. Ad ogni modo l'esportazione effettuata sia da Revit che da Allplan, nonostante la geometria della pelle dell'edificio, è stata effettuata correttamente anche nel formato precedente IFC2x3. L'apertura in Solibri Model Viewer, visualizzatore *freeware* per la gestione del formato IFC, mostra, selezionando l'elemento di involucro dell'edificio, come le geometrie degli elementi di chiusura più complessi non siano gestite in qualità di estrusioni ma vengano trasformate in B-reps (Boundary representations). L'esportazione in formato IFC, sebbene mantenga correttamente le geometrie, causa, in questo caso specifico, il ricorso a solidi definiti come insieme chiuso di facce perdendo pertanto la generazione del solido per via parametrica, come nel caso di una estrusione, e di conseguenza operazioni più limitate di modifica successiva. Le stesse considerazioni possono essere applicate anche nel rapporto diretto tra due software mediante il formato IFC: sebbene l'interscambio sia possibile, la perdita di informazioni sulla generazione delle geometrie e la necessità di doppia traduzione del formato da proprietario a libero e viceversa porta a ritenere che, all'interno della stessa fase di *authoring* sia consigliabile, allo stato attuale dello sviluppo software, condividere la stessa piattaforma proprietaria in fase di definizione del piano di implementazione BIM.

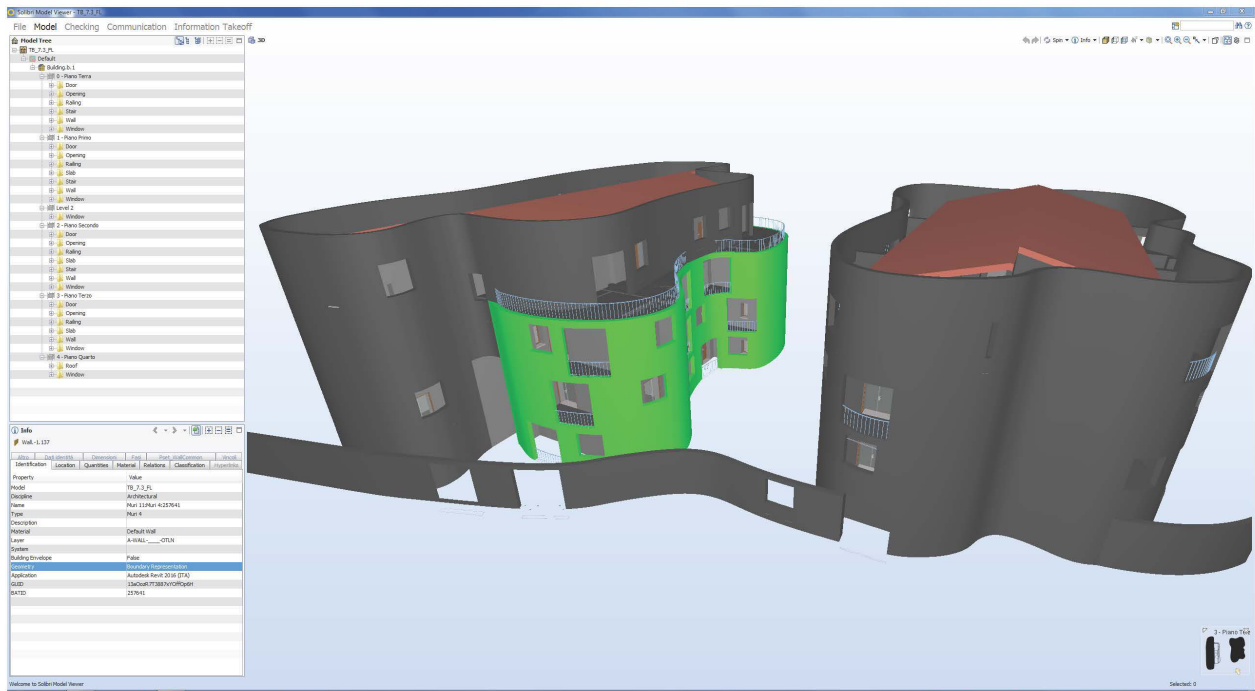


Fig. 7.23— Risultato dell'esportazione del formato IFC in merito alla generazione di geometrie tridimensionali complesse: il ricorso alla definizione dei solidi secondo il metodo B-rep comporta una limitata possibilità di modifica degli oggetti - elaborazione originale

Per quanto riguarda invece la verifica dell'interoperabilità verticale, principalmente riferibile a sistemi di *authoring* differenti, sono state effettuate l'importazione del file in formato IFC in Solibri Model Checker e verifica di coerenza del dato. I limiti individuati a livello geometrico in fase di esportazione del formato IFC non inficiano però la possibilità di verifica del modello generato. Attraverso l'impiego di Solibri Model Checker, software che ricalca la versione *viewer* estendendo le funzioni alla verifica dei dati, è stato possibile effettuare la procedura di validazione del modello.

Solibri implementa di default un buon numero di regole dedicate a differenti sistemi di verifica: dalla verifica del dimensionamento dei vani, ai conflitti di elementi derivanti dallo stesso *authoring* o da *authoring* differenti, fino alla verifica di distanze minime tra elementi o alla loro presenza se requisito fondamentale. Tali regole (*rulesets*) si configurano come una base di partenza per essere integrata con i valori derivanti dalla specifica normativa, nazionale o locale, come il dimensionamento minimo di una camera da letto matrimoniale, la distanza dai confini o dagli edifici limitrofi o lo svolgimento di una scala. L'impiego del percorso di *checking*, in questa logica, può

essere visto in qualità di trasposizione dei vincoli normativi a garanzia della validità del progetto come ausilio sia alla pubblica amministrazione che agli attori operanti nelle fasi di progettazione e costruzione. Inoltre il risultato della verifica può essere esaminato sia per via grafica, al fine di risolvere progettualmente gli errori rilevati, che in formato testuale, per documentare le fasi di controllo del modello.

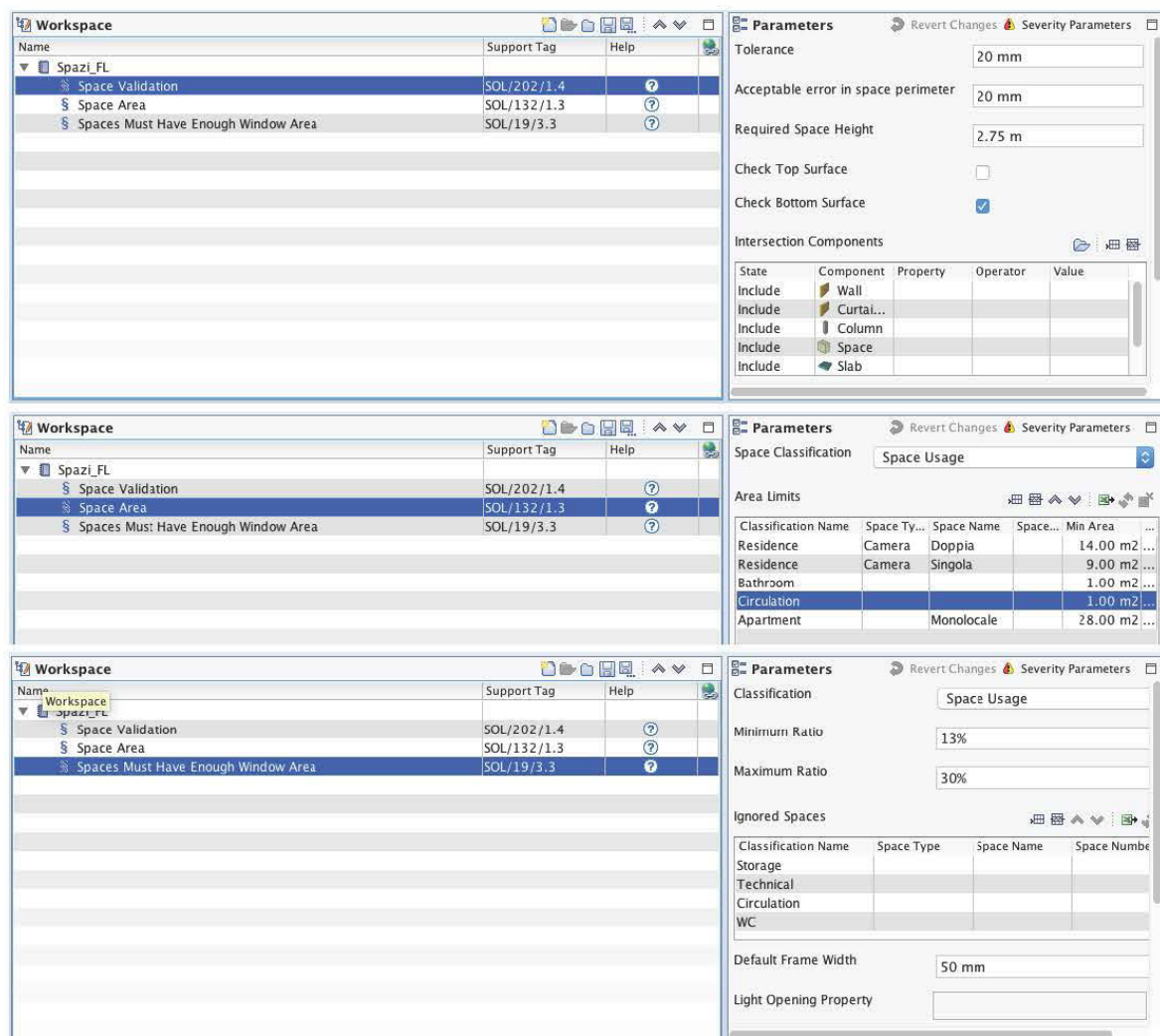


Fig. 7.24– Impostazione delle regole (rulesets) per la verifica della coerenza del modello e del rispetto dei principali standard edilizi - elaborazione originale

Con specifico riferimento alla fase di validazione del modello identificata nelle linee guida, in occasione di questo specifico *test-bed*, la verifica effettuata è limitata al controllo del LOD rispetto all'avanzamento del modello, con specifico riferimento a quanto riportato in appendice in merito alla definizione progressiva dei singoli elementi edilizi. In tale fase sarebbe prevista inoltre la verifica del dimensionamento minimi dai vani: poiché dal punto di vista metodologico sono già presenti apposti *rulesets* comprendenti la formulazione di tutte le regole necessarie all'operazione di verifica (dimensione minima vani, altezza minima vani, rapporto aeroilluminante, ecc.) non si è proceduto alla configurazione delle stesse mediante i valori specifici che, per il caso in esame, sono reperibili nel RUE pubblicato dal Comune di Faenza, con delibera di Consiglio Comunale n. 21 del 20 marzo 2015, e della normativa tecnica sovraordinata a cui lo stesso fa riferimento specifico nell'art.73, Tav. P.5 - Attività edilizia e procedimenti¹³.

Gli strumenti qui delineati sono quindi gli stessi, dal punto di vista metodologico, di cui è necessario avvalersi, sulle specifiche competenze settoriali dei professionisti coinvolti nel processo edilizio, nella successiva fase di individuazione delle interferenze.

¹³ <http://www.comune.faenza.ra.it/Guida-ai-servizi/Settore-Territorio/Regolamento-Urbanistico-ed-Edilizio-RUE-del-Comune-di-Faenza/ELABORATI-RUE-APPROVATI> (online 20.02.2016)

7.4 Test-bed: comparto urbano di social housing | prima casa a proprietà indivisa | demolizione, ricostruzione e gestione

Il terzo caso studio è il quartiere Compagnoni Fenulli, uno storico quartiere di edilizia residenziale pubblica, costituito da 538 alloggi pubblici costruiti dal Ministero dei Lavori Pubblici tra il 1955 e il 1965, su un'area di 42.619 mq. Situato nel quadrante sud-ovest della città, in località Canalina Migliolungo, il quartiere fu costruito in un'area allora periferica per accogliere i residenti trasferiti dai quartieri più degradati del centro storico, come San Pietro e Borgo Emilio. Sviluppandosi lungo l'asse viario principale di via Compagnoni in direzione est-ovest, i 34 edifici erano completati da spazi aperti di aggregazione e di servizio: stenditoi, aree verdi e spazi di sosta. Non furono invece previste attività commerciali, scuole, biblioteche e altre strutture di vicinato che normalmente favoriscono l'insediamento di nuovi residenti¹⁴.

Lo studio condotto tra il 1999 e il 2002¹⁵ rilevò un diffuso degrado degli edifici e dell'ambiente urbano circostante, accompagnato da degrado sociale. Il Comune di Reggio Emilia, proprietario degli alloggi, grazie alla redazione di un PRU, promosse la riqualificazione, che venne affidata in termini di progettazione e direzione lavori ad ACER Reggio Emilia, secondo i seguenti principi di base:

- diradare la densità urbanistica creando più spazi esterni per la socializzazione;
- demolire alcuni edifici e ricostruirli secondo standard abitativi più elevati;
- ridefinire il sistema viario e ciclo-pedonale;
- creare servizi di quartiere.

Il progetto urbanistico generale del quartiere¹⁶ è stato articolato in 6 "stralci funzionali": 6 fasi di lavoro autonome, realizzabili in tempi diversi e con risorse da individuare di volta in volta. Il primo stralcio ha avuto inizio nel 2004 con il trasferimento temporaneo dei residenti e la demolizione di 8 fabbricati, modello precursore delle logiche di Smart Swap Building. La prima fase si è conclusa nel 2007 con la realizzazione di 3 fabbricati di Edilizia Residenziale Pubblica (ERP), a canone sociale, e il rientro degli inquilini che avevano scelto di tornare al Compagnoni. La seconda fase si è conclusa a dicembre 2010 con la consegna degli appartamenti di ulteriori 3 fabbricati di Edilizia Residenziale Sociale (ERS), a canone calmierato, ai nuovi inquilini. Complessivamente, con il primo stralcio sono stati realizzati 104 alloggi nuovi (58 ERP e 48 ERS), tutti abitati allo stato attuale.

La parte più consistente del Programma di Riqualificazione Urbana Compagnoni Fenulli, costituita dal secondo, terzo e quarto stralcio, è stata oggetto di gravi criticità che hanno portato, a dicembre 2014, alla risoluzione del contratto per grave ritardo e grave inadempimento. La riorganizzazione urbanistica ed edilizia avrebbe previsto la demolizione di 14 edifici e la ricostruzione di 4 edifici pubblici ERP, la costruzione di un centro polifunzionale per attività ricreative e di socialità, il ridisegno del parco a sud e degli spazi verdi, la realizzazione di parcheggi e autorimesse interrati, la ridefinizione di strade e piste ciclo-pedonali, la realizzazione, a cura di privati, di una piazza di quartiere con negozi, uffici e residenze. Del programma così definito sono stati completati i soli lavori fino al 2010 che comprendono 2 edifici di Edilizia Residenziale Pubblica per un totale di 20 alloggi, 2 nuclei di parcheggi interrati, il parco a sud dell'edificato. Inoltre è stata successivamente avviata l'edificazione delle ulteriori due palazzine ERP delle quali è stato realizzato solamente il piano interrato comprensivo del solaio del primo piano. Alla risoluzione del contratto è poi seguita una nuova gara di appalto che ha visto l'approvazione del nuovo progetto esecutivo (ottobre 2015) per il completamento degli edifici avviati in 18 mesi con inizio lavori nei primi mesi del 2016. A completamento della riqualificazione del quartiere sono stati avviati nel 2013 i lavori di ristrutturazione degli 11 fabbricati compresi negli stralci V e VI. A differenza degli stralci precedenti, qui si è optato non per la demolizione e ricostruzione ma per la riqualificazione dell'esistente anche per l'alto numero di proprietari privati residenti. Gli interventi riguardano la riqualificazione energetica dei fabbricati oltre alla riorganizzazione e la sistemazione degli spazi di verde pertinenziale, molto degradati.

14 Per approfondimento si faccia riferimento ai pannelli informativi realizzati dal Comune di Reggio Emilia e da ACER Reggio Emilia - [http://www.municipio.re.it/retecivica/urp/retecivi.nsf/PESIdDoc/20D590C8DC5FA7DCC1257BEC002A1D24/\\$file/Pannelli%20informativi_Quartiere%20Compagnoni.pdf](http://www.municipio.re.it/retecivica/urp/retecivi.nsf/PESIdDoc/20D590C8DC5FA7DCC1257BEC002A1D24/$file/Pannelli%20informativi_Quartiere%20Compagnoni.pdf) (online 20.02.2016)

15 Comune di Reggio Emilia, *Studio di fattibilità per la riqualificazione integrata del quartiere Compagnoni-Fenulli*, 1999-2002

16 Programma di Riqualificazione Urbana (PRU) del Quartiere Compagnoni Fenulli ai sensi della L.R. 19/98, approvato con delibera di Giunta Comunale di Reggio Emilia pg.n. 6201 del 25.03.2002

La grande quantità di analogie con il progetto *Smart Swap Building*, insieme alla evidente dimostrazione della necessità di un processo edilizio e di gestione della trasformazione rivolto ad una maggiore trasparenza in relazione alle criticità emerse, è stato elemento utile all'identificazione del presente caso studio. Il rapporto con ACER Reggio Emilia ha inoltre messo in luce, in una configurazione principalmente a proprietà indivisa, la necessità di adottare sistemi informativi avanzati per la gestione e manutenzione del patrimonio edilizio oggetto d'esame. Oggetto specifico della presente simulazione è uno dei due edifici ERP costruito con l'attuazione degli stralci II-III-IV.



Fig. 7.25 – Documentazione fotografica degli edifici del Quartiere Compagni Fenulli oggetto del caso applicativo - foto Sara Codarin

luogo	Quartiere Compagnoni-Fenucci, Reggio Emilia
tipologia	Edificio residenziale in linea
stato conservativo	Edifici di nuova realizzazione e di buona qualità. Buono stato manutentivo.
tipologia di proprietà	Proprietà indivisa a canone sociale

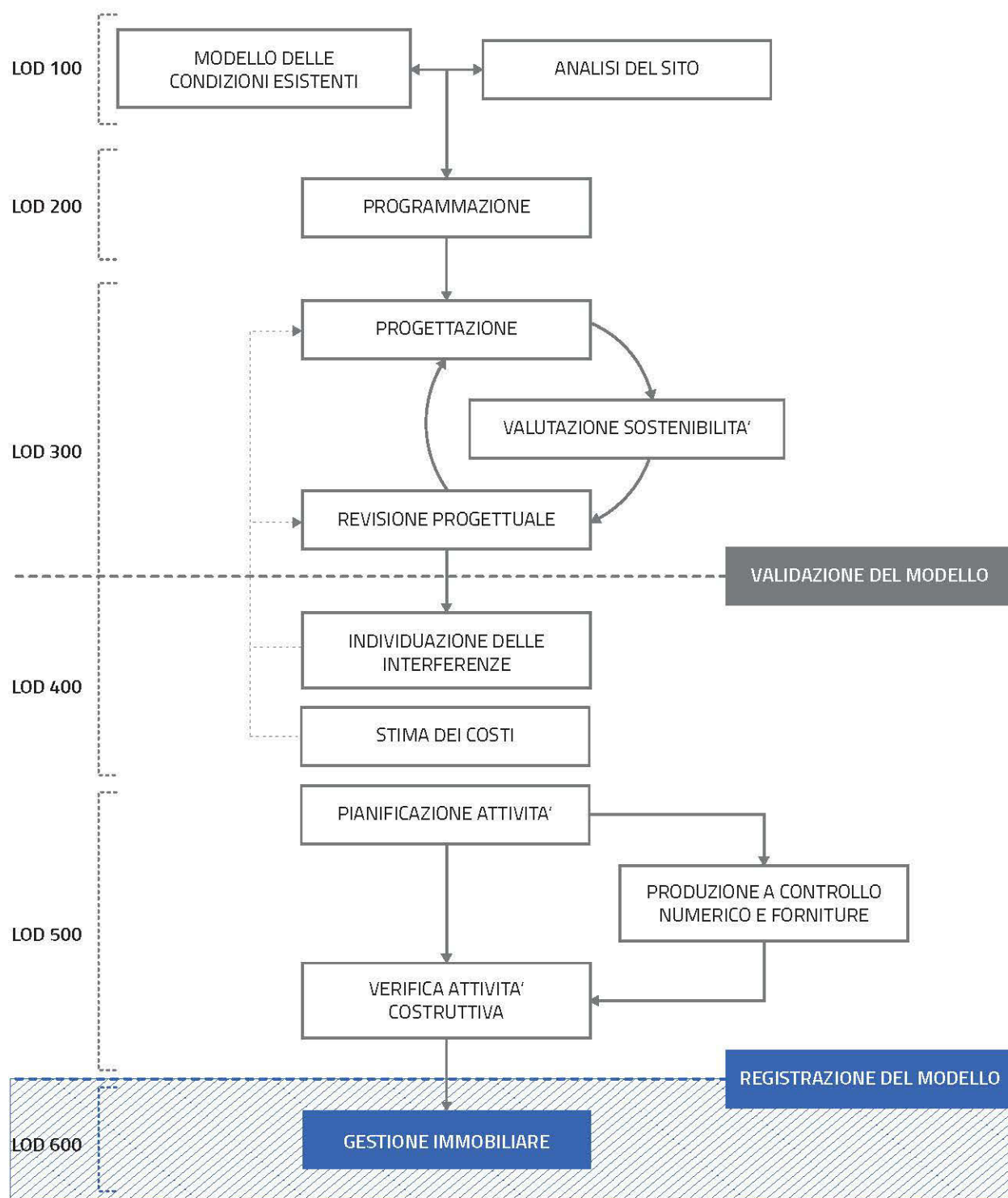


Fig. 7.26 – Schema di inquadramento del caso applicativo rispetto alle linee guida delineate

7.4.1 Inquadramento del caso applicativo rispetto al workflow Smart Swap Building: i modelli BIM per l'archiviazione dei dati del Facility Management

Dal punto di vista dell'innovazione tecnologica, l'implementazione degli strumenti BIM nelle procedure del Facility Management costituisce un argomento ancora in fase di definizione. Facendo riferimento al mercato anglosassone, la gestione informatizzata per la gestione edilizia già si basa, in buona parte, su linee guida identificanti lo standard di condivisione COBie (Construction Operations Building Information Exchange). Poiché dall'esperienza di tale modello strutturato non sono emersi chiari vantaggi rispetto all'interoperabilità con strumenti BIM, si è ritenuto opportuno indagare differenti metodologie per mettere in relazione i dati disponibili.

La necessità di ACER Reggio Emilia di gestire un sostanzioso patrimonio immobiliare comporta un reale interesse nell'evoluzione dei sistemi informatizzati al fine di individuare benefici economici rilevanti. Con specifico riferimento al caso applicativo preso in esame, il fabbricato di Edilizia Residenziale Pubblica realizzato risponde a criteri di risparmio energetico garantiti anche dall'introduzione di dispositivi di domotica (gestione intrusioni, rilevazione di fughe di gas, ecc.) così come dall'adozione di pacchetti tecnologici per il risparmio energetico e il benessere termo-igrometrico interno. Ad esempio l'introduzione del sistema Wiser di Schneider Electric, già operata negli ultimi anni da ACER su alcuni immobili, ha restituito risparmi nell'ordine del 20% annuo sui consumi rispetto alla conduzione tradizionale dell'immobile. Wiser è infatti un sistema di gestione energetica capace di misurare e controllare il consumo di energia e gestire l'impianto di riscaldamento secondo logiche automatizzate ed in remoto anche mediante l'impiego di dispositivi mobile.

L'implementazione dei dati real-time direttamente all'interno dei database BIM è ancora lontana dall'essere raggiunta, in particolar modo a causa di limiti informatici dovuti al differente funzionamento dei database su cui si appoggiano i due sistemi. Allo stesso, però, l'aumentare della complessità dei dispositivi installati direttamente negli immobili richiede una sempre maggiore necessità di documentazione informativa tridimensionale da trasferire ed utilizzare sul campo per la manutenzione ordinaria dei sistemi. Secondo questa logica è stato quindi creato il modello BIM dell'edificio in esame dove l'attenzione non è stata rivolta alle geometrie dell'immobile, estremamente semplici, ma al posizionamento nel modello dei terminali impiantistici e dei dispositivi tecnologici, delle loro caratteristiche e delle scadenze manutentive.

Sono stati creati differenti modelli impiegando le piattaforme Nemetschek Allplan, Graphisoft Archicad e Autodesk Revit: punto di partenza sono stati i dati messi a disposizione da ACER Reggio Emilia, composti da modelli tridimensionali utilizzati per lo studio volumetrico e le simulazioni ambientali, disegni tecnici ed esecutivi in formato .dwg, documentazione di capitolato e dati tecnici sui dispositivi installati che necessitano di manutenzione.

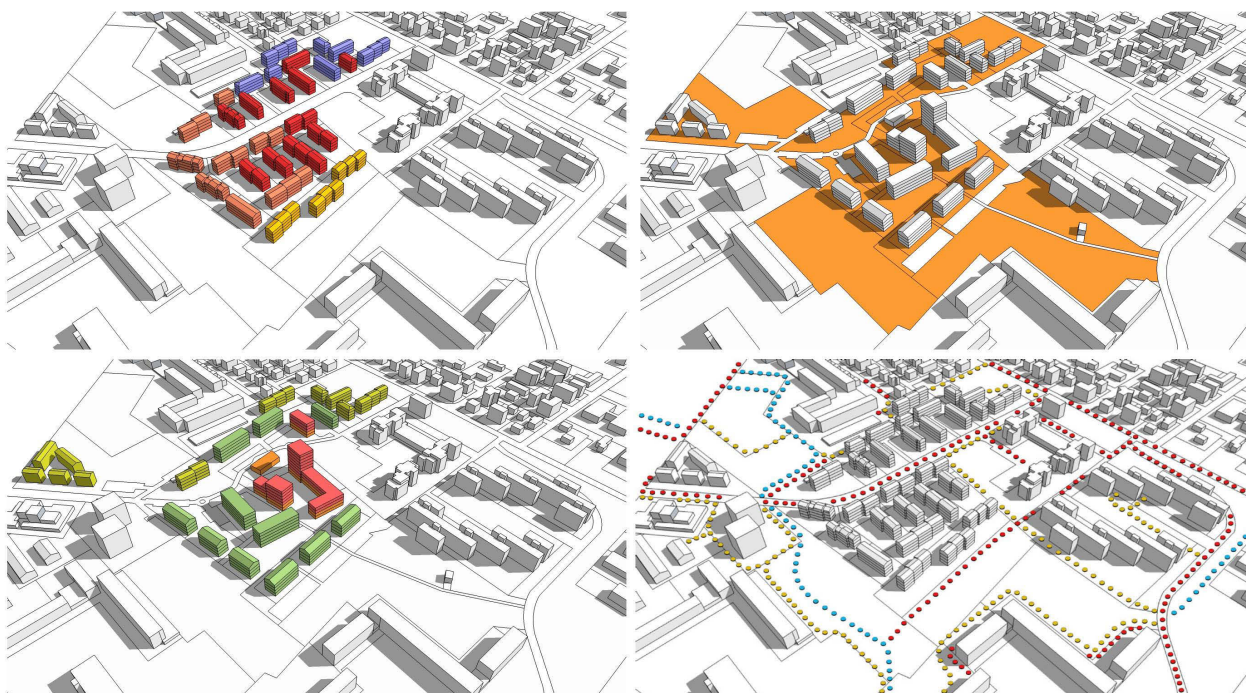




Fig. 7.27 – Documentazione sorgente utilizzata per la creazione dei modelli BIM per il Facility Management - fonte Acer Reggio Emilia

In considerazione della semplicità del manufatto edilizio e dell'abbondanza dei dati disponibili è stata fatta inoltre una misurazione su un campione di 7 utenti esperti per la realizzazione del modello tridimensionale per comprendere il costo al metro quadrato di realizzazione di un modello BIM a scopo di Facility Management. Il tempo medio misurato equivale a poco più di giornata di lavoro *full-time* (8,3 ore) per la creazione del modello oggetto di analisi. Si stima pertanto un costo orario dipendente sulla base di 2500€ lordi mensili ed un costo attrezzatura, derivante dalla necessità di PC e licenza software, incidente per il 35%. Sulla base di questi dati è stato quindi possibile stimare un investimento necessario per la creazione di un modello BIM con finalità di mappatura del patrimonio esistente pari 0,47€/mq.

UTENTE	SOFTWARE	TEMPO	VOCI DI COSTI	IMPORTI
Utente 1	Autodesk Revit	7 ore	Importo lordo mensile	2500 €
Utente 2	Autodesk Revit	12 ore	Importo netto mensile	1726,16€
Utente 3	Autodesk Revit	8 ore	Mensilità	13
Utente 4	Nemetschek Allplan	10 ore	Ore settimanali contrattuali	40
Utente 5	Nemetschek Allplan	5 ore		
Utente 6	Graphisoft Archicad	8 ore	Costo orario*	56,59€
Utente 7	Graphisoft Archicad	6 ore	Costo orario + attrezzatura (35%) (C)	76,39€
TEMPO MEDIO (T)		8,3 ore		
SUPERFICIE EDIFICIO (S)		1250 mq	INVESTIMENTO NECESSARIO (T * C)/S	0,47€/mq

* Dati elaborati mediante lo strumento di calcolo elaborato da De Marco, Canu, Zanon, Gregoris Consulenti del Lavoro - <http://147.123.240.114/utilita/retribuzioni.dipendenti/index.php> (online 26/02/2016)

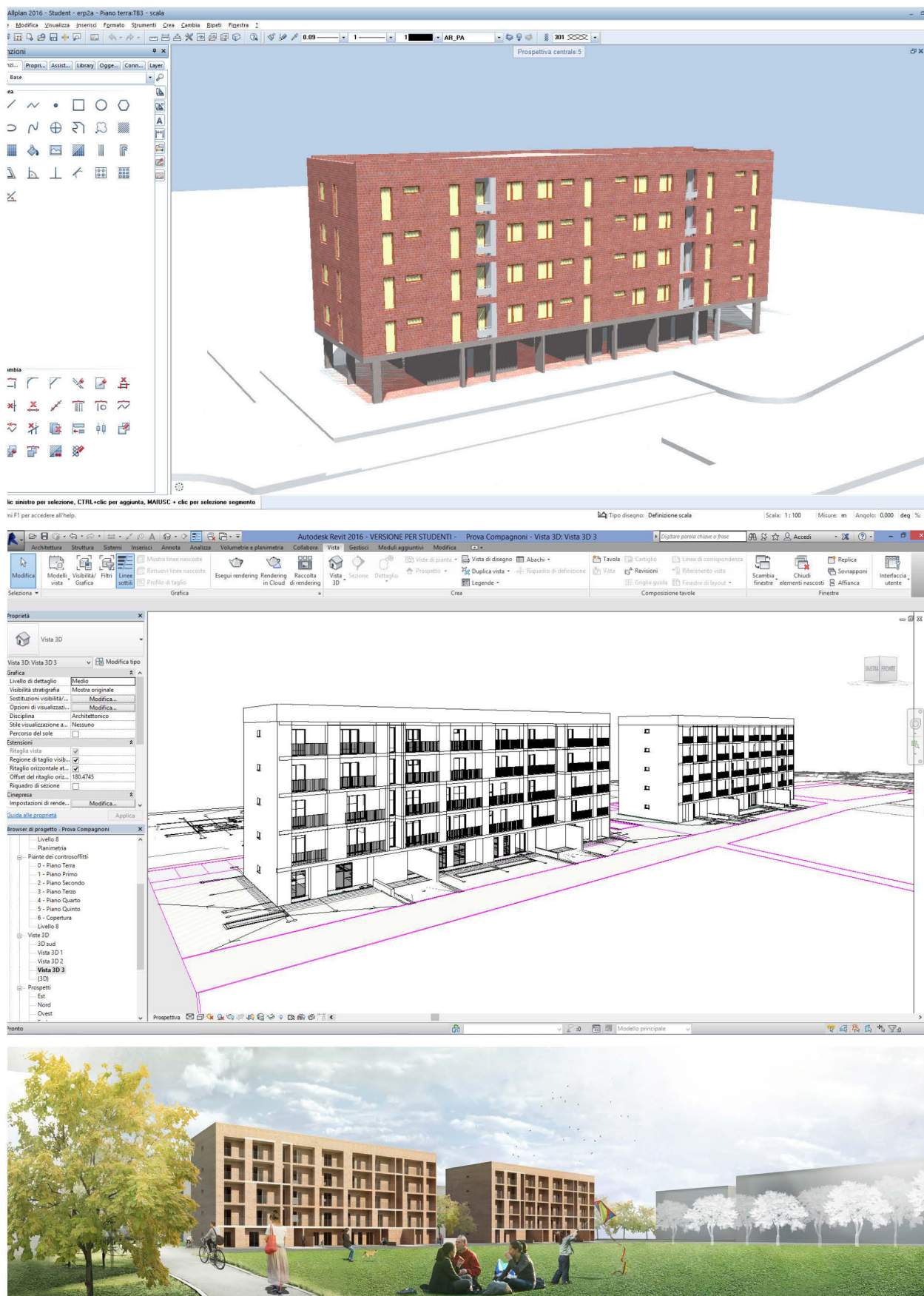


Fig. 7.28 – Visualizzazione dei differenti modelli realizzati dedicati al Facility Management - modellazione dati e vista fotorealistica
Sara Codarin

7.4.2 Verifica di coerenza del dato di interscambio: condivisione del dato online e portabilità su dispositivi mobile

Buona parte dei vantaggi dei vantaggi fondamentali che il BIM può portare nell'ambito del *Facility Management* sono correlati alla sua natura oggettuale e semantica. Il modello BIM infatti è, come è stato precedentemente approfondito, una descrizione *object-based* di un manufatto edilizio: la possibilità di indagare i singoli elementi, con particolar riferimento ai metodi semantici, svincolandosi pertanto dalla necessità di gestire l'intero modello diviene uno dei requisiti fondamentali per condividere il dato con il maggior numero di professionisti. Gran parte dei gestori di immobili, infatti, non necessita di dotarsi di strumenti tridimensionali nello svolgimento tradizionale della pratica professionale. Diviene quindi necessario accedere direttamente la modello senza disporre di software appositi. La capacità del BIM manger, in questo caso, di organizzare un sistema dinamico ed accessibile per l'esplorazione del dato relativo all'edificio si configura come principale volano per l'implementazione del BIM in questa fase del ciclo di vita dell'edificio.

Per questo specifico obiettivo si è ritenuto opportuno proseguire nell'indagine specifica verificando al possibilità di rendere il dato accessibile mediante sistemi online, per la condivisione in tempo reale tra più utenti e figure professionali che devo operare da remoto sulla gestione e sulla programmazione della manutenzione, e da dispositivo mobile, per trasferire agevolmente il valore del database *onfield* attraverso dispositivi *user-friendly* che non richiedano la necessità di una complessa procedura di formazione. Pertanto si è proceduto alla sperimentazione di due differenti procedure:

- creazione di un server BIM accessibile da remoto e inserimento dati IFC (filiera open);
- portabilità di un modello BIM Archicad su dispositivo mobile mediante BIMx (filiera proprietaria).

Grazie al pacchetto software *BIMserver™* open-source, basato sul database BerkeleyDB e reso disponibile dal TNO (*the Netherlands Organisation for applied scientific research*) e dalla Università di Eindhoven, è stato realizzato un server BIM capace di lavorare direttamente con i dati IFC. I modelli IFC possono così essere caricati direttamente sul server e i singoli dati che li compongono essere interpretati così da essere allocati direttamente nel database sul quale la piattaforma software si basa: il *core* del server BIM è quindi in grado di comprendere la struttura IFC e così, mediante l'implementazione di differenti interfacce, i dati possono essere resi accessibili da remoto. Per accedere ai dati è stato quindi necessario installare una interfaccia di comunicazione e di visualizzazione dati. Il codice implementato è *open-source* anche in questo caso e prende il nome di *bimviews*: basato sulle interfacce API di BIMsie, costruito su linguaggi HTML e Javascript al fine di renderlo indipendente dalla piattaforma di utilizzo. Il risultato è quindi un'interfaccia esplorabile via browser web dove è possibile caricare un modello BIM esportato secondo gli standard IFC per renderlo disponibile a tutti i collaboratori. L'accesso al server è protetto e solo utenti registrati ed in possesso della password possono accedere ai dati. Inoltre è possibile configurare differenti capacità di accesso per i singoli utenti al fine di garantire la lettura dei soli modelli di interesse specifico o limitare le possibilità di interazione con il modello.

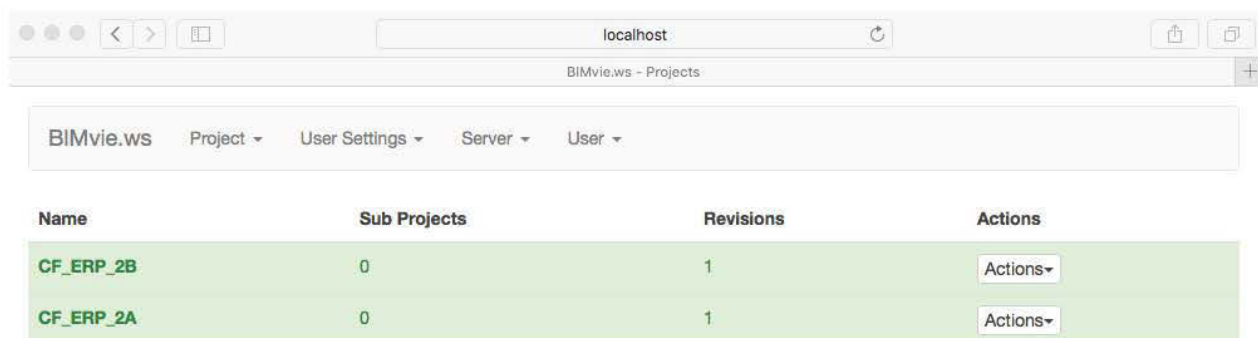


Fig. 7.29 – Interfaccia web del BIMserver basata su *bimviews*: elenco dei progetti caricati sul server - elaborazione originale

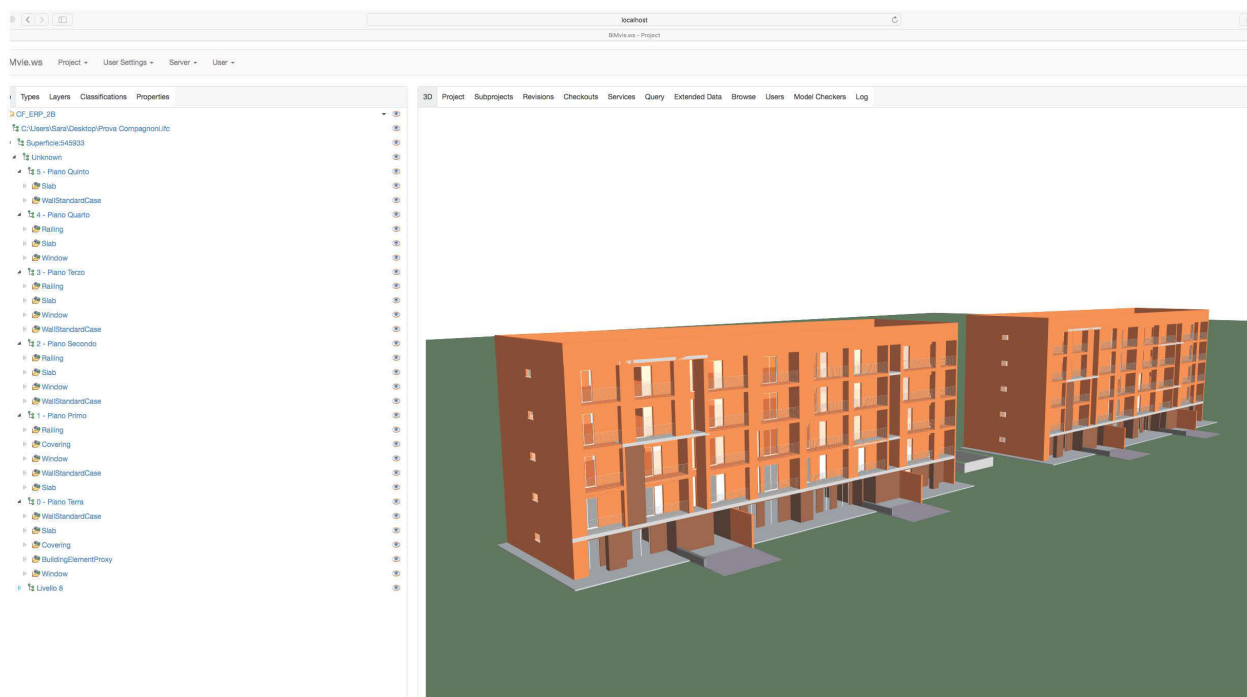


Fig. 7.30 – Interfaccia web del BIMserver basata su bimvie.ws: visualizzazione di un modello tridimensionale - elaborazione originale

Tra i modelli IFC accettati dal sistema sono già inclusi anche quelli basati sullo standard IFC4. Una volta caricati, questi possono essere esplorati secondo la struttura gerarchica ad albero derivante dalla configurazione morfologica ma anche in base alla tipologia di componenti edilizie come dei *layer* ai quali queste sono attribuite. Per tutti questi elementi può essere abilitato o disabilitato il parametro di visibilità nell'interfaccia web così come è possibile esplorare modelli relativi ad uno specifico *authoring*.

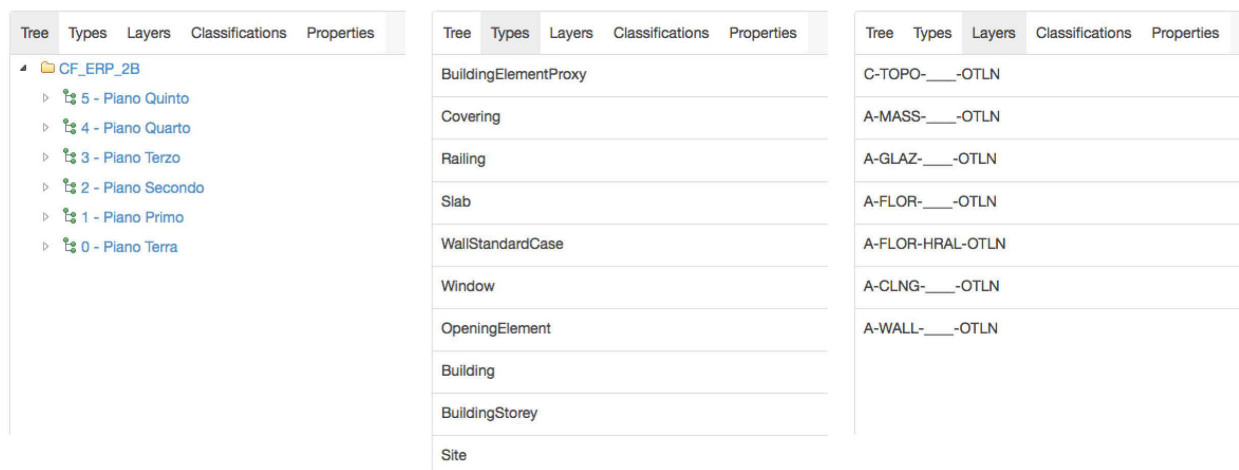


Fig. 7.31 – Gestione del modello per configurazione morfologica, per oggetti e per layer - elaborazione originale

Inoltre ogni professionista in grado di gestire un modello 3D in locale, per capacità tecnica e per privilegi operativi sul server, può scaricare l'intero database di un progetto, effettuare modifiche, verifiche o annotazioni e ricaricarlo sul server. Poiché il server supporta il *versioning* del modello, vale a dire l'associazione al singolo progetto di più modelli in differenti stati di aggiornamento, questi nuovi caricamenti si configurano come revisioni successive creando uno storico delle fasi di gestione e manutenzione. Gli stessi rapporti elaborati in fase di *model checking* possono essere caricati unitamente al modello.

IFC Entities	Occurrences
IfcBuilding	1
IfcBuildingElementProxy	10
IfcBuildingStorey	7
IfcCovering	3
IfcOpeningElement	278
IfcProject	1
IfcRailing	96
IfcSite	1
IfcSlab	25
IfcWallStandardCase	232
IfcWindow	278

Fig. 7.32 – Interrogazione del modello per oggetti con relativo computo quantitativo - elaborazione originale

Property	Value
Type	IfcWindow
Oid	18612977
GlobalId	2uycJXcTz6Rvsr4tUL\$SWE
OwnerHistory	IfcOwnerHistory (197059)
Name	Finestra Doppia:156x230:510117
Description	
HasAssignments	
IsDecomposedBy	
Decomposes	
HasAssociations	IfcRelAssociatesMaterial (73138738)
ObjectType	156x230
IsDefinedBy	IfcRelDefinesByProperties (332399171) , IfcRelDefinesByProperties (318964291) , IfcRelDefinesByProperties (207225411) , IfcRelDefinesByProperties (210108995) , IfcRelDefinesByProperties (369361475) , IfcRelDefinesByProperties (371917379) , IfcRelDefinesByProperties (373883459) , IfcRelDefinesByType (4981316)
ObjectPlacement	IfcLocalPlacement (129106329)
Representation	IfcProductDefinitionShape (124256751)
ReferencedBy	
Tag	510117
ConnectedFrom	
ContainedInStructure	IfcRelContainedInSpatialStructure (1442366)
OverallHeight	2.3
OverallWidth	1.56

Fig. 7.33 – Interrogazione di un oggetto sotto forma di proprietà ad esso associate - elaborazione originale

Logica analoga, ma secondo una filiera di software proprietari, è stata analizzata con la finalità di portare *on field* i dati relativi all'edificio. Due elementi fondamentali devono essere presi in considerazione per questa seconda operazione:

- il miglior funzionamento degli strumenti *native app* rispetto a quelli *web-based app* nell'utilizzo su dispositivi mobile;
- la necessità di contrarre il consumo di dati in mobilità, con particolare riferimento a zone in cui la copertura è limitata.

Questa logica ha quindi portato ad individuare il pacchetto BIMx, proposto da Graphisoft, visualizzatore BIM disponibile per piattaforme desktop (OS X e Windows) e dispositivi mobile (iOS e Android) compatibile con dati generati mediante Archicad. Per la prova in oggetto si è utilizzato un Apple iPad Air.

Il trasferimento in locale dei dati avviene mediante cloud e pertanto è consigliabile eseguirlo sotto rete wi-fi per limitare il consumo di dati. Graphisoft mette a disposizione un proprio cloud proprietario per effettuare l'operazione, denominato BIMx Model Transfer, ma sono supportati tutti i principali servizi con app dedicata (iCloud Drive, Google Drive, Dropbox, OneDrive, ecc.). Il dato scaricato in locale è però l'intero modello, non i singoli elementi dello stesso. A differenza del *BIMserver* utilizzato in precedenza, una volta scaricato il modello questo si configura come copia *offline* e l'unica possibilità di aggiornamento risiede nella ripetizione dell'operazione in una fase successiva. Anche lo stesso modello posizionato sul *cloud* deve essere riscritto e sostituito completamente per essere aggiornato. Pertanto parte dei benefici derivanti da un modello *object-based* viene perduta.

All'interno dell'applicazione il modello può essere esplorato sia nella visualizzazione 3D che rispetto alle piante e le sezioni generate sul modello in fase di *authoring*. Non è possibile impostare ulteriori elaborati bidimensionali rispetto a quelli elaborati in fase di creazione del modello dall'applicazione mobile ma il modello tridimensionale è sezionabile dinamicamente mediante l'applicazione di un piano di taglio. Ogni oggetto poi, può essere interrogato nella visualizzazione tridimensionale al fine di ottenere la visualizzazione di tutte le sue caratteristiche. L'impiego di tali sistemi direttamente all'interno degli edifici garantisce la possibilità di ottenere in tempo reale tutte le informazioni sulle componenti dell'edificio in maniera immediata per via visiva.

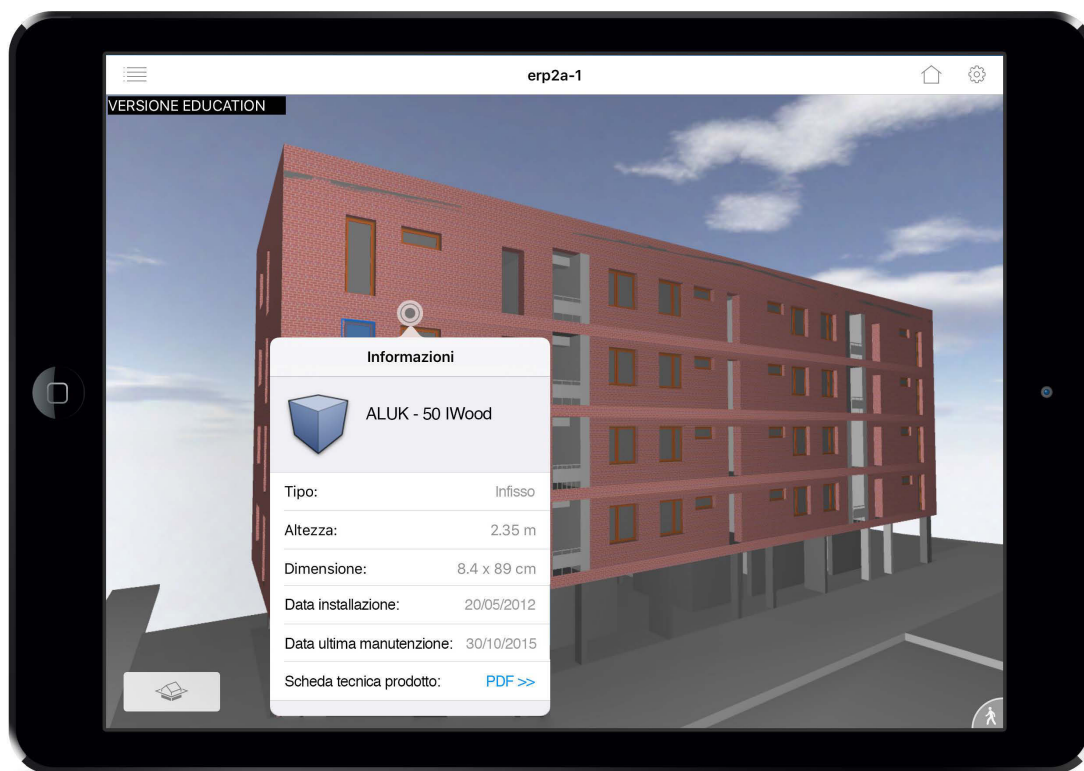


Fig. 7.34 – Modello BIM nella visualizzazione su dispositivo mobile: interrogazione del modello per oggetti - elaborazione originale

Anche Nemetschek offre un pacchetto analogo, basato sullo stesso codice dell'applicazione BIMx, che offre lo stesso tipo di funzioni e denominato bim+ Explorer. Diverso è invece l'approccio di Autodesk che mediante la piattaforma 360 rende disponibile una innumerevole serie di software dedicata ad ogni singola fase sul campo, introducendo anche la possibilità di inserire annotazioni sul modello e archivarle in *cloud*: di contro il funzionamento è interamente proprietario e necessita di una sottoscrizione continuativa ai servizi Autodesk.

7.5 Quadro sinottico per la valutazione dei casi applicativi rispetto ai driver di innovazione

In conclusione delle sperimentazioni di impiego degli strumenti di Building Information Modeling sull'intera filiera, si è ritenuto opportuno ricondurre i risultati ottenuti ad un quadro riepilogativo che, oltre all'inserimento dei singoli casi rispetto alla filiera digitale, recuperasse anche il loro valore rispetto ai driver di innovazione definiti nel capitolo 2¹⁷, sulla base dei quali sono stati generati gli indicatori socio-economici, ambientali ed energetici che hanno contribuito alla definizione dell'intero progetto *Smart Swap Building*.

Rispetto agli indicatori precedentemente identificati, in questo caso i driver di innovazione hanno generato ulteriori parametri di misurazione: qui è stato infatti necessario rileggerli nell'ottica architettonica di generazione e utilizzo dei dati sul manufatto edilizio. Per tale motivo i driver sono declinati come segue.

Trasparenza – La trasparenza del processo viene misurata nella capacità di interscambio dati, con specifico riferimento all'interoperabilità orizzontale e verticale, e di preservare un dato rappresentativo-informativo con possibilità di modifica completa nell'intero processo edilizio. Tali capacità definiscono quindi, da parte di tutti i professionisti del settore, un accesso trasparente alle informazioni.

Consapevolezza – Strettamente legata alla trasparenza, la capacità di interpretazione e controllo del dato trasferito per il proprio ambito di competenza professionale permette di minimizzare il grado di incertezza che caratterizza il processo così come di limitare dal punto di vista quantitativo e qualitativo il margine di errore connotato.

Salute e benessere – Per sua natura intrinseca, il presente driver risulta essere più connesso alle scelte progettuali che alla filiera digitale definita. Parallelamente però la possibilità di integrare il processo con strumenti capaci di gestire specifici dati relativi a tale aspetto possono garantire un maggiore controllo su sicurezza strutturale e comfort ambientale, così come l'adozione di strategie specificatamente indirizzate a tali obiettivi.

Innovazione tecnologica – Rispetto a questo driver sono state primariamente prese in considerazione le specifiche capacità di adozione degli strumenti di Building Information Modeling e, in secondo luogo, la possibilità di integrarsi con ulteriori tecnologie e facilitarne la loro introduzione nel processo.

Si è pertanto proceduto ad analizzare i quattro aspetti delineati dai driver di innovazione, distinguendo i risultati raggiunti rispetto ai due ambiti procedurali dei sistemi di Building Information Modeling indagati per ogni singolo caso: da un lato l'analisi dell'*authoring* architettonico relativo alla creazione del dato, dall'altro quella del sistema di *processing* o *reviewing* per l'impiego del dato stesso.

La valutazione, oltre che per via testuale descrivendo puntualmente il risultato specifico rispetto al driver relativo, è stata effettuata mediante l'impiego di una scala di tre valori.

-  **Risultato raggiunto** – quando il risultato conseguito è in linea con la linea di sviluppo indicata dal driver.
-  **Risultato non raggiunto** – quando il risultato conseguito non soddisfa le necessità poste dal driver o sono rilevabili criticità che risultano difficilmente superabili.
-  **Sviluppo futuro** – quando, alla luce dello stato dell'arte e dell'indagine svolta, è possibile individuare ambiti di sviluppo futuri con prospettive positive.

Fig. 7.35 – Quadro sinottico per la valutazione dei casi applicativi rispetto ai driver di innovazione (pagina a fianco)- elaborazione originale

¹⁷ Per approfondimento si rimanda al capitolo 2. Nello specifico alla sezione 2.4 Quadro sinottico delle strategie di riqualificazione del patrimonio

CAPITOLO 8

Strategie di diffusione del progetto Smart Swap Building e creazione di una piattaforma digitale dedicata

8.1 La divulgazione di Smart Swap Building: creazione e strutturazione di un network	201
8.1.1 Definizione di un format per le giornate di formazione professionale	203
8.1.3 Requisiti del portale online dedicato al confronto continuo	208
8.2 La rappresentazione infografica per l'innovazione di processo	209
8.2.1 L'impiego della tecnica infografica per la definizione del flusso Smart Swap Building	211
8.2.2 Il marchio del progetto Smart Swap Building	214
8.3 Il portale Smart Swap Building: struttura Open Source e diffusione Open Access	216
8.3.1 Definizione di un repository accessibile ed implementabile per la pubblicazione di contributi formativi	217
8.3.2 Divulgazione dei risultati della ricerca in ottica di strumenti per il trasferimento tecnologico	218
8.3.3 Le tipologie di utenti del portale per l'accesso all'area riservata	219
8.3.4 Visualizzazione della configurazione del portale	220

Infine, nel capitolo ottavo, al termine della presente trattazione, è riportata la strategia di diffusione del progetto Smart Swap Building, sebbene questa sia stata sviluppata parallelamente al procedere della ricerca, in quanto espleta la sua funzione in maniera trasversale rispetto all'intero progetto di innovazione, accompagnando l'evoluzione delle fasi della ricerca.

È infatti necessario sottolineare come la possibilità di effettuare un continuo confronto a livello nazionale sulla validità dell'ipotesi di processo, sia a livello territoriale che mediante strumenti online, abbia permesso al progetto Smart Swap Building di implementare una comunicazione trasparente e condivisa sia con il panorama professionale che con l'utenza generica interessata. Inoltre, con particolare riferimento ai temi della divulgazione e della trasparenza, la presente ricerca produce un ulteriore strumento operativo che si configura come una piattaforma digitale dedicata, capace di assolvere, rispetto al pubblico più vasto, una fondamentale funzione comunicativa ma anche, rispetto al pubblico di professionisti che saranno direttamente coinvolti nei futuri sviluppi del progetto, un ausilio all'implementazione delle linee guida nella pratica professionale.

8.1 La divulgazione di Smart Swap Building: creazione e strutturazione di un network

Il progetto *Smart Swap Building*, alla luce della strategia per l'implementazione degli strumenti di informativo-rappresentativi nel processo edilizio di riqualificazione illustrata all'inizio del capitolo precedente, non può prescindere dalla definizione di una chiara fase di divulgazione e dalla necessaria formazione tecnica sulle competenze specifiche che l'innovazione di processo comporta. Poiché come è stato identificato da Angelo Ciribini in un recente contributo online al dibattito italiano sull'impiego degli strumenti di Building Information Modeling "non possono essere certo le tecnologie a risultare risolutive, che si tratti di CAD o di BIM"¹, gli strumenti dedicati alla divulgazione del progetto *Smart Swap Building* devono configurarsi in maniera coerente rispetto a tutti gli aspetti di innovazione procedurale, così come l'aspetto formativo dovrà concentrarsi dapprima sulla definizione di un background tecnologico comune del pubblico dei professionisti per poi andarsi a focalizzare su aspetti specialistici come, ad esempio, l'impiego degli strumenti informativo-rappresentativi a supporto del processo. Lo svolgimento di tale aspetto della ricerca espleta pertanto la sua funzione in maniera trasversale rispetto all'intero progetto di innovazione, accompagnando l'evoluzione delle fasi della ricerca (fig. 8.1).

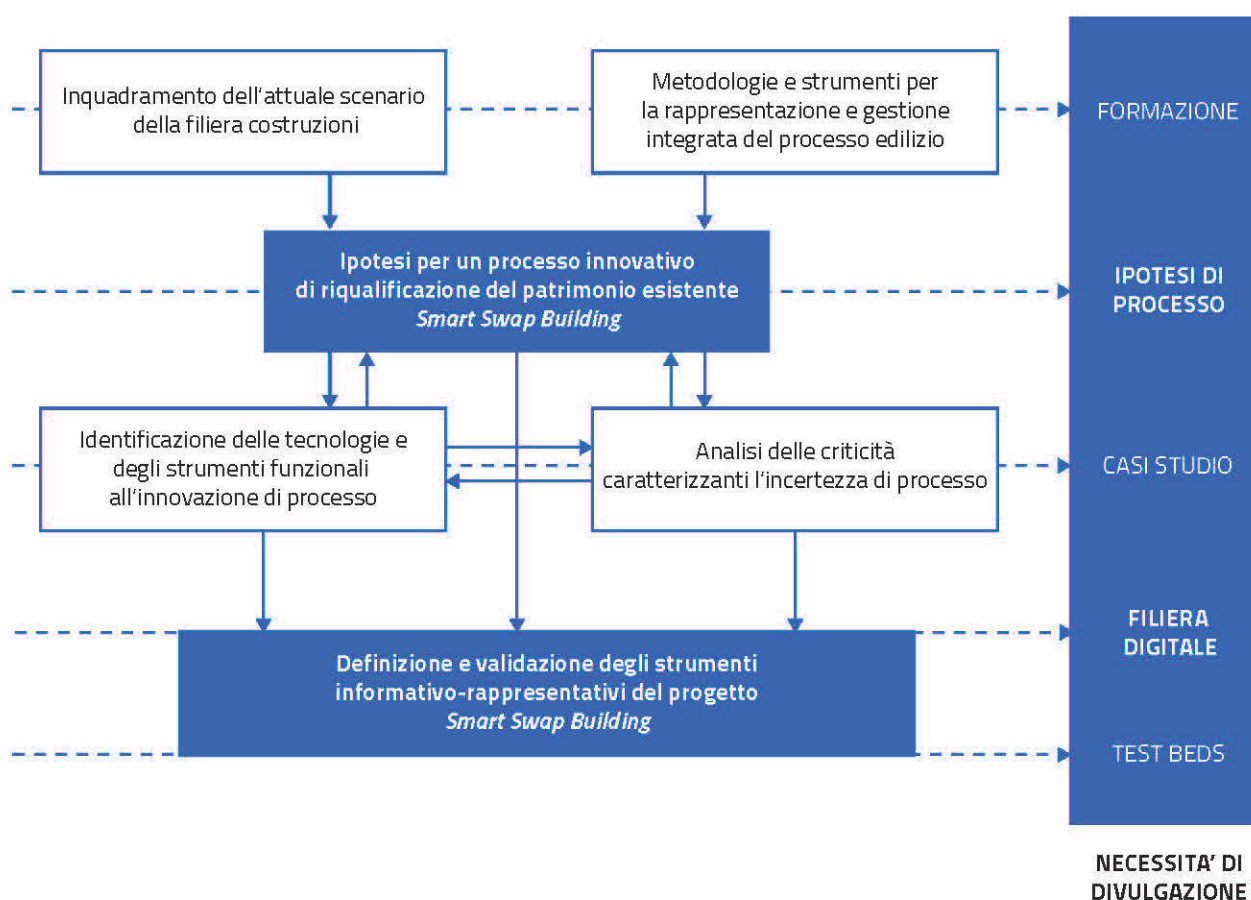


Fig. 8.1 – Inquadramento della fase di divulgazione rispetto all'intero processo – elaborazione originale

Su questa logica di azione a metà del 2013, in contemporanea con l'organizzazione dei tavoli tecnici a scala regionale², è iniziata la strutturazione del *format* di coinvolgimento di un partenariato allargato per la divulgazione delle fasi incrementalì della ricerca, finalizzato al confronto sul territorio nazionale.

- 1 CIRBINI A., BIM, *Digitalizzazione: prevedibili disorientamenti e lunghe durate*, ingenio-web – http://www.ingenio-web.it/Articolo/3702/BIM__DIGITALIZZAZIONE:_Prevedibili_disorientamenti_e_lunghe_durate.html?fb_ref=Default (online 10.02.2016)
- 2 Per approfondimento si rimanda al capitolo 4. Nello specifico alla sezione 4.3 Verifica dell'ipotesi di processo e confronto con i portatori di interessi

La fase di ideazione, condotta grazie al coordinamento scientifico di Marcello Balzani, responsabile scientifico del Laboratorio TekneHub dalla Piattaforma Costruzioni della Rete Alta Tecnologia E-R, in merito alla validazione dei contenuti della ricerca da divulgare, ha visto il coinvolgimento di una società specializzata nell'organizzazione di eventi convegnistici che ha permesso di sfruttare la consulenza e il supporto tecnico necessari a rendere effettiva la realizzazione degli eventi sul territorio. La strategia di divulgazione ha quindi identificato tre azioni chiave finalizzate alla diffusione del progetto di innovazione:

- pubblicazioni scientifiche e partecipazioni a convegni;
- organizzazione di un *format* di giornate di formazione tecnica;
- strutturazione di un portale online per il confronto continuo

Come è possibile osservare dalla schematizzazione seguente (fig. 8.2), queste tre azioni si configurano in maniera sincronica, con parziale condivisione dei contenuti; la ricaduta invece avviene su spazi fisici e virtuali, formativi e divulgativi, differenti.



Fig. 8.2 – Schematizzazione della strategia di divulgazione – elaborazione originale

La divulgazione scientifica, basata su contributi fortemente strutturati, con specifico riferimento ai singoli settori scientifico disciplinari di interesse, ha come interlocutore la comunità scientifica e vive di due momenti: un primo momento realizzato sul territorio nel momento della partecipazione ad un singolo convegno (spazio fisico – divulgativo) ed un secondo, quello della pubblicazione, a scala più ampia, con particolare attenzione nei confronti delle pubblicazioni digitali e dei relativi *repository*³ online dedicati alla ricerca (spazio virtuale – divulgativo). Parallelamente la traduzione dei risultati della ricerca in un *format* per la formazione professionale si costituisce come elemento agevolatore delle strategie di trasferimento tecnologico, colmando un primo *gap* formativo costituitosi a causa di un lungo periodo di pratica professionale contrassegno da scarsi episodi formativi e al quale è stato posto rimedio tramite la Riforma degli Ordinamenti Professionali⁴.

La programmazione della produzione sia di contributi scientifico-divulgativi che formativi ha generato inoltre la necessità di strutturare un sistema di archiviazione, indicizzazione e accesso inclusivo da remoto di quanto realizzato, per permettere un ampio confronto e la costituzione di un *network* strutturato (spazio virtuale – formativo e divulgativo).

3 Si faccia particolare riferimento al *repository* istituzionale IRIS (Institutional Research Information System) o ai *repository* volontari come Academia.edu e Researchgate.net

4 Dpr "Regolamento recante riforma degli ordinamenti professionali, a norma dell'articolo 3, comma 5, del decreto-legge 13 agosto 2011, n. 138, convertito, con modificazioni, dalla legge 14 settembre 2011, n. 148" pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale del 14 agosto 2012

8.1.1 Definizione di un format per le giornate di formazione professionale

Durante la definizione di un *format* per le giornate di formazione professionale sono state identificate alcune strategie caratterizzanti sulle quali misurare le azioni per la realizzazione pratica degli eventi distribuiti sul territorio nazionale. Si elencano di seguito i principi cardine alla base della struttura delle giornate di formazione.

Format in evoluzione – La prima definizione del *format* teneva già in conto, nella sua redazione, l'identificazione di una parte invariante e di una parte soggetta ad evoluzione rispetto ai risultati raggiunti a livello di ricerca. La parte invariante riguarda la divulgazione del processo di riqualificazione del patrimonio che viene declinata nella parte in evoluzione, da un lato, rispetto alle esigenze territoriali rispetto alle singole configurazioni del patrimonio e, dall'altro, rispetto ad un tematismo tecnico-prestazionale da identificare all'interno di un arco temporale definito, con valenza indicativamente annuale.

Formazione professionale continua – In linea con l'articolo 7 della Riforma degli Ordinamenti Professionali, entrato in vigore dal 1° gennaio 2014, viene disciplinata la formazione continua di tutti i professionisti iscritti a Ordini "al fine di garantire la qualità ed efficienza della prestazione professionale, nel migliore interesse dell'utente e della collettività, e per conseguire l'obiettivo dello sviluppo professionale"⁵. In questa logica ci si è rivolti verso l'organizzazione di giornate di interesse per le giornate di formazione che hanno visto l'accreditamento nei confronti dei singoli ordini professionali, con particolare riferimento agli ordini di architetti e ingegneri, e al collegio geometri, sia a livello nazionale che a livello locale. L'ottenimento dell'accreditamento come evento formativo ha permesso da un lato la possibilità di raggiungere un ampio pubblico professionale e, dall'altro, di validare il progetto specifico nei confronti del mondo professionale, nella logica di incentivare il trasferimento tecnologico.

Eventi di formazione trasversali – La trasversalità degli eventi di formazione si realizza nell'intersezione degli interessi di più ordini professionali, collegi, associazioni di categoria che intendono interpretare la riqualificazione del patrimonio secondo una logica inclusiva e rivolgere l'attenzione ad una concezione di processo edilizio integrata su differenti competenze, che faccia della possibilità di collaborazione un valore aggiunto piuttosto che un elemento di criticità. Al tempo stesso il patrocinio di amministrazioni locali, che intendano rivolgere l'attenzione a innovativi processi di riqualificazione del territorio, si può configurare come elemento per agevolare la reiterazione dell'evento sul territorio con scadenze regolari, al fine di configurarsi come esperienza di confronto a livello locale e all'incremento delle competenze di tutti gli attori della filiera.

Localizzazione sul territorio – L'atomizzazione delle realtà caratterizzanti l'industria delle costruzioni a livello nazionale si ripercuote sulla necessità di localizzare su realtà territoriali circoscritte l'identificazione di interlocutori e portatori di interessi differenziati; la stessa aggregazione degli attori di mercato viene declinata differenzialmente a livello locale. Il ricorso al patrocinio di associazioni di categoria contribuisce in buona parte a sfruttare la logica verticale di capillarità sul territorio al fine di identificare sia relatori competenti sulle tematiche di interesse, sia un pubblico interessato alla partecipazione ad eventi trasversali di formazione.

A livello di contributi le giornate di formazione sono articolate secondo tre tipologie di momenti formativi:

- **Contributi di teorici** – Sono lezioni frontali tenute da docenti universitari, ricercatori o professionisti chiara fama, riconosciuta da istituzioni o enti rappresentativi di categoria.
- **Partnership tecnica** – Ai contributi proposti da produttori di componenti edilizi o da fornitori di servizi sull'intera filiera viene richiesto lo sforzo, al fine di accreditare l'evento come formazione professionale, di non effettuare una comunicazione commerciale del prodotto, quanto piuttosto preferire l'illustrazione di casi studio applicativi di interesse per un pubblico di professionisti: alle figure commerciali sono preferibili consulenti tecnici o, ancor meglio, professionisti che hanno impiegato uno specifico prodotto con una presentazione rispetto ai risultati raggiunti. Per analoga motivazione la partnership tecnica non si configura mai come unica ma vede il coinvolgimento di più produttori della filiera, al fine di operare un confronto orizzontale tra esperienze o un approfondimento verticale sul processo.

5 Decreto Pres. Repubblica 07/08/2012 n. 137 (Gazzetta ufficiale 14/08/2012 n. 189) Regolamento recante riforma degli ordinamenti professionali, a norma dell'articolo 3, comma 5, del decreto-legge 13 agosto 2011, n. 138, convertito, con modificazioni, dalla legge 14 settembre 2011, n. 148 Entrata in vigore del provvedimento: 15/08/2012

- **Tavola rotonda** – Sono momenti di confronto formalizzati, con particolare spazio dedicato al confronto tra pubbliche amministrazioni o enti di governo del territorio e ordini, collegi o associazioni di categoria.

Stabilizzazione di un network – Il contributo di differenti attori, in occasione di più incontri, permette un’evoluzione dei loro interventi rispetto al *workflow Smart Swap Building*, così come una stabilizzazione di un network di dialogo che si arricchisce nel confronto reiterato. La stabilizzazione del network avviene quindi secondo due logiche: una logica temporale e una logica territoriale. Nel primo caso il network si stabilizza nell’evoluzione del contributo teorico-tecnico, nel secondo si stabilizza nel confronto con differenti realtà territoriali. La possibilità inoltre di rendere digitale il network creato mediante l’implementazione di un portale online apre all’inclusività del confronto continuo.

Allo stato attuale, sono state organizzate 14 giornate di formazione nell’ambito *Smart Swap Building*, dislocate sull’intero territorio nazionale (fig. 8.3), suddivise in 2 cicli tematizzati secondo differenti sottotitoli.

- 2014-2015: “La riqualificazione del patrimonio edilizio come volano per la ripresa”
(7 giornate di formazione - fig. 8.4)
- 2015-2016: “Tecnologie e progetti per costruire nel costruito”
(7 giornate di formazione - fig. 8.5)

È inoltre possibile osservare una media complessiva di 294 partecipanti per giornata di formazione con punte fino a 500 partecipanti nei bacini territoriali di maggiore portata (fig. 8.6).

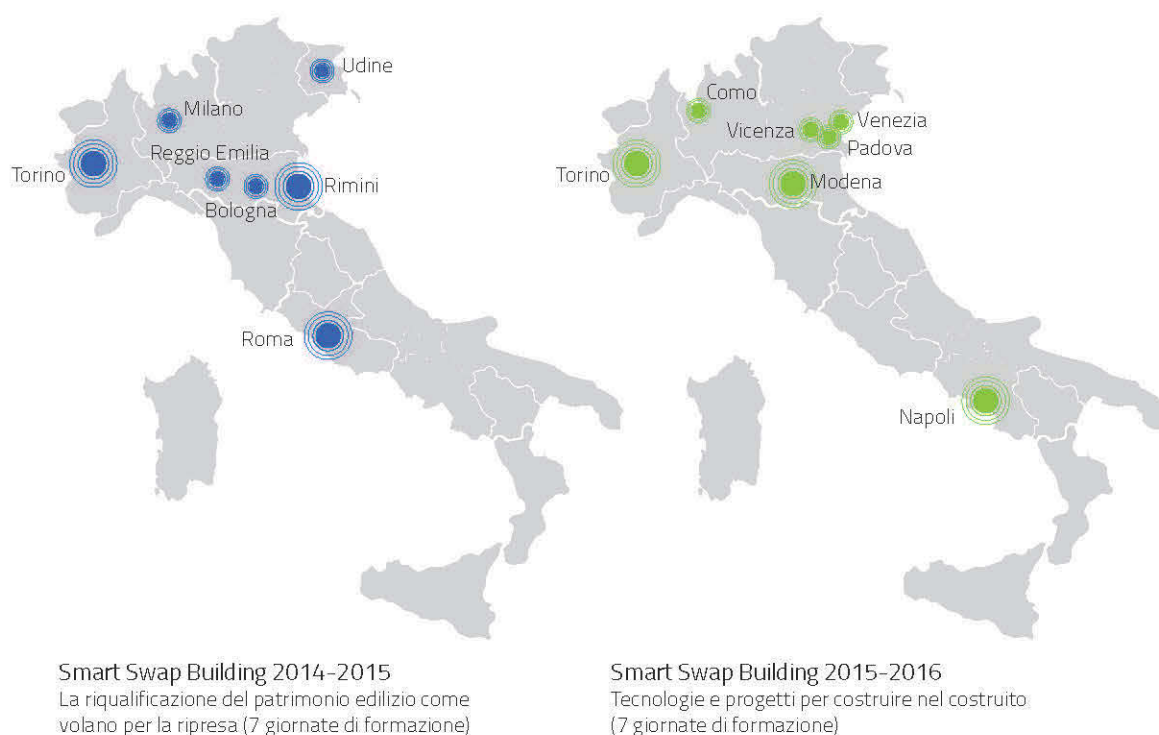


Fig. 8.3 – Distribuzione delle giornate formative *Smart Swap Building* sul territorio – suddivisione per ciclo tematico - elaborazione originale



La riqualificazione del patrimonio edilizio come volano per la ripresa

Riconversione di uno stock immobiliare caratterizzato da alti livelli di efficienza energetica, comfort abitativo e sicurezza sismica dell'involucro edilizio

INVITO

MERCOLEDÌ 25 GIUGNO 2014 ORE 9.00 - 17.30
SHERATON HOTEL & CONFERENCE CENTER SALA J.F.K. (Ora AIRPORT PALACE HOTEL)
BOLOGNA VIA DELL'AEROPORTO, 34/32

AI SENSI DEL REGOLAMENTO PER LA FORMAZIONE CONTINUA, SONO STATI RICHIESTI AL CNAPPC PER I PARTECIPANTI ISCRITTI ALL'ALBO DEGLI ORDINI DEGLI ARCHITETTI P. P. e C.

3+2 CREDITI FORMATIVI

SCHEDA DI PARTECIPAZIONE

MERCOLEDÌ 25 GIUGNO 2014 ore 9.00 - 17.30
SHERATON HOTEL & CONFERENCE CENTER
BOLOGNA

Si prega di inviare la scheda di partecipazione completa di tutti i dati richiesti entro **Sabato 21 Giugno 2014** alla segreteria organizzativa:
eventimkt@unimark4.it - fax 059356096

Precisare a quale sessione si desidera partecipare:

☐ PRIMA SESSIONE MATTUTINA ☐ SECONDA SESSIONE POMERIDIANA

La partecipazione è gratuita

Cognome.....

Nome.....

Qualifica/Funzione.....

Studio/Società/ente.....

Indirizzo.....

Cap..... Città.....

email.....

Tel..... Fax.....

INFORMATICA SENSO DELL'ART. 13 D. LGS. 196/2003. LA UNIPUBBLICITÀ E ABBONATI DICHIARA CHE I DATI PERSONALI FORNITI CON QUESTA SCHEDA DI PARTECIPAZIONE SONO RACCOLTI PER CONSENTIRE LA REGISTRAZIONE DEI PARTECIPANTI AL CONVEGNO. IN TUTTI I DATI PERSONALI, CON IL CONSENSO DEL INTERESSATO, POTRANNO ESSERE UTILIZZATI PER FINI DI MATERIALI INFORMATIVI E COMMERCIALI, SOLO IN PRESSIONE DI ATTIVITÀ DI INNOVAZIONE E DI SERVIZI SOSTENIBILI. CNAPPC: Coordinatore - WEBER Saint-Gobain - COSTER - SIME - ACTIS - CELSIUS - APE

☐ ACCONSENTE ☐ NON ACCONSENTE

AL TRATTAMENTO DEI DATI PERSONALI PER LA REGISTRAZIONE AL CONVEGNO

FIRMA.....

Prima sessione mattutina 9.00 - 12.30

La riqualificazione del patrimonio edilizio come volano per la ripresa

9.00 INTRODUZIONE AL TEMA

Pier Giorgio Giannelli, Presidente Ordine degli Architetti, P. P. e C. della Provincia di Bologna

Marcello Balzani, Responsabile Scientifica TekneHub, Tecnopolo Università di Ferrara, Piattaforma Costruzioni Rete Alta Tecnologia E-R

9.20 **Smart Swap Building: un progetto strategico di Aster per riqualificare l'esistente**

Francesco Paolo Ausiello, Responsabile Progetti Strategici Aster

9.40 **Il progetto del recupero energetico: utilizzo della tecnologia termoriflettente**

Andrea Rinaldi, Dipartimento di Architettura Università di Ferrara

10.00 **Le soluzioni leggere a secco nell'edilizia antisismica**

Luca Cappellini, Referente Tecnico Area Gyproc - Saint-Gobain

10.20 **Le risorse economiche per riqualificare. Troviamole con nuovi Strumenti Finanziari**

Andrea Ceoletta, Harley & Dickinson

10.50 **Ripartizione delle spese UNI 10200: in pratica si fa così**

Antonio Magri, Auto Operatore Esperto

11.00 **Come eliminare gli sprechi: Casi Studio nell'edilizia pubblica**

Massimo Donati, Dirigente Settore Lavori Pubblici, Comune di Faenza

11.20 **TAVOLA ROTONDA: Nuovi modelli di business connessi alla riqualificazione dell'esistente**

Sono stati invitati:

Marcello Balzani, Moderatore

Giovanni Fini, Coordinatore Progetti UI Qualità Ambientale Settore Ambiente e Energia Dipartimento Riqualificazione Urbana Comune di Bologna

Alessandro Marata, Consigliere Nazionale CNAPPC, Presidente Dipartimento Ambiente e Sostenibilità

Silvano Bertini, Dirigente Politiche di Sviluppo Economico Ricerca Industriale e Innovazione Tecnologica

Giovanni Torri, Presidente ANCE Emilia-Romagna

Antonio Gioiellieri, Dirigente ANCI Emilia-Romagna

Paolo Bonaretti, Direttore Generale Aster

Giovanni Monti, Presidente Legacoop Emilia-Romagna

Alberto Zanni, Presidente Nazionale Confabitare - Assoc. Proprietari Immobiliari

12.30 CONCLUSIONI

Seconda sessione pomeridiana 14.30 - 17.30

Riconversione di uno stock immobiliare caratterizzato da alti livelli di efficienza energetica, comfort abitativo e sicurezza dell'involucro edilizio

14.30 INTRODUZIONE AL TEMA

Felice Monaco, Presidente Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bologna

14.40 **Gestione integrata di più fonti energetiche alla luce della legislazione attuale**

Michèle Vio, Presidente AICARR (Associazione Italiana Condizionamento dell'Aria Riscaldamento e Refrigerazione)

15.10 **Isolamento termico della facciata: dove l'innovazione supera il cappotto tradizionale - case history**

Claudia Setti, Responsabile Formazione Tecnica Weber - Saint-Gobain

15.30 **Tecniche per il miglioramento e l'adeguamento sismico degli edifici**

Marco Savoia, Direttore CIRI Edilizia e Costruzioni, Piattaforma Costruzioni Rete Alta Tecnologia Emilia-Romagna

16.00 **Sicurezza sismica nel progetto integrato**

Maurizio Ferrari, Direttore Tecnico APE

16.20 **Benessere e risparmio energetico degli infrarossi per il riscaldamento dell'edificio**

Francesco Veronesi, Ingegnere Libero Professionista

16.40 **Condominio, Imprese, Professionisti: Rischi e Opportunità della Riforma del Condominio**

Franco Pani, Presidente Nazionale Confamministrare

17.10 **L'approccio multidisciplinare alla riqualificazione di edifici (a struttura intelaiata in c.a.) tramite l'impiego di sistemi di involucro stratificati a secco. Esperienze, casi di studio.**

Fabio Camarani, Ingegnere Strutturista, Politecnica Modena

17.30 CONCLUSIONI. SEGUIRÀ DIBATTITO

Realizzato con il contributo di



www.gyproc.it



www.e-weber.it



www.coster.info



www.sime.it



www.actis-italia.com



www.celsiusthink.com



www.apec.it



www.harleydickinson.com

SISTEMA EDIFICIO | EDIFICI A SISTEMA

L'attuale congiuntura finanziaria riconosce nella riqualificazione del patrimonio edilizio esistente un efficace volano per il rilancio della crescita del sistema paese. La contrazione del mercato immobiliare ha generato una significativa quantità di patrimonio invenduto, incapace di essere assorbito, in attesa di adeguate politiche di valorizzazione. Nel migliore dei casi si rilevano risposte parziali, dipendenti dalla lungimiranza dei singoli, al di fuori di alcuna azione sistemica e condivisa a livello territoriale. Una delle principali sfide odierne nel settore delle costruzioni è rappresentata dall'innovazione dei processi e dei sistemi costruttivi per la riqualificazione e riconversione di uno stock immobiliare caratterizzato da livelli di efficienza energetica, sicurezza sismica, inclusività e comfort abitativo inadeguati alle attuali esigenze. L'involucro edilizio, connesso al sistema strutturale ed impiantistico, rappresenta spesso il punto di maggior debolezza in cui è necessario intervenire coniugando risposte prestazionali efficienti di acustica, isolamento termico, economicità e LCA (Life Cycle Assessment) non perdendo i significati ed i valori formali della qualità architettonica e della tradizione costruttiva. Perseguendo la priorità della rigenerazione urbana sostenibile e della riduzione dell'impatto ambientale unitamente alla qualità architettonica, il progetto strategico di Aster Smart Swap Building si pone l'obiettivo di operare sul patrimonio residenziale urbano esistente e invenduto.

Fig. 8.4 – Programma-invito del primo ciclo di giornate formative Smart Swap Building – 2014-2015: La riqualificazione del patrimonio edilizio come volano per la ripresa – elaborazione UNImark Pubblicità & Marketing

AI SENSI DEL REGOLAMENTO PER LA FORMAZIONE CONTINUA, SONO STATI RICHIESTI AL CNA PPC PER I PARTECIPANTI ISCRITTI ALL'ALBO DEGLI ORDINI DEGLI ARCHITETTI P. P. C.

4+4 CREDITI FORMATIVI

SCHEDA DI PARTECIPAZIONE

GIOVEDÌ 19 FEBBRAIO 2015

MUSEO NAZIONALE DELL'AUTOMOBILE - AUDITORIUM TORINO

Si prega di inviare la scheda di partecipazione completa di tutti i dati richiesti entro **Lunedì 16 Febbraio 2015** alla segreteria organizzativa: **eventimk@unimark.it**

Precisare a quale sessione si desidera partecipare:

☐ SESSIONE MATTUTINA ☐ SESSIONE POMERIDIANA

La partecipazione è gratuita

Cognome.....

Nome.....

Qualità/Funzione.....

Studio/Società/Ente.....

Cod.Fisc.....

Sez. e N° loc. r.c. Albo.....

Città di appartenenza Albo.....

Indirizzo.....

Cap..... Città.....

e mail.....

Tel.....

INFORMATIVA AI SENSI DELL'ART. 13 D. LGS. 194/2003:
LA UN.PROMOTELA A MANIFESTAZIONE PUBBLICA DEI DATI PERSONALI FORNITI CON QUESTA SCHEDA DI PARTECIPAZIONE SONO AUTORIZZATI PER CONFERIRLA ALLA SEGRETERIA ORGANIZZATIVA PER PARTECIPARE AL CONCORSO INDIRIZZO EUROPEO PER IL CONCORSO DI INTERESSI SOCIALI, PROMUOVENDO L'USO DI LEGGI PER TANTO IL MATERIALI INFORMAZIONI E COMUNICAZIONI. SARANNO PRESERVATE A TUTTO CAPO DA QUALUNQUE TERZA SOTTO SOGGERNO AD IMPRESA ELETTROTECNICO COMMERCIALE - COSTRUZIONE - INGEGNERIA - ELETTRICI - VENTILAZIONE - CIRCUITO FILARMENTARI

☐ ACCONSENTO ☐ NON ACCONSENTO

AL TRATTAMENTO DEI DATI PERSONALI PER LA REGISTRAZIONE ALL'EVENTO

Firma.....

con il patrocinio di

Istituto Nazionale della Paleontologia

Ricerca e Intersezione degli Interessi Sociali e dell'Informazione e della Qualità del Progetto

Ricerca e Intersezione degli Interessi Sociali e dell'Informazione e della Qualità del Progetto

Ricerca e Intersezione degli Interessi Sociali e dell'Informazione e della Qualità del Progetto

ANACI Piemonte e Valle d'Aosta

IRCAT
ITALY ASSOCIATION OF RESEARCHERS AND CONSULTANTS

Confabitatori

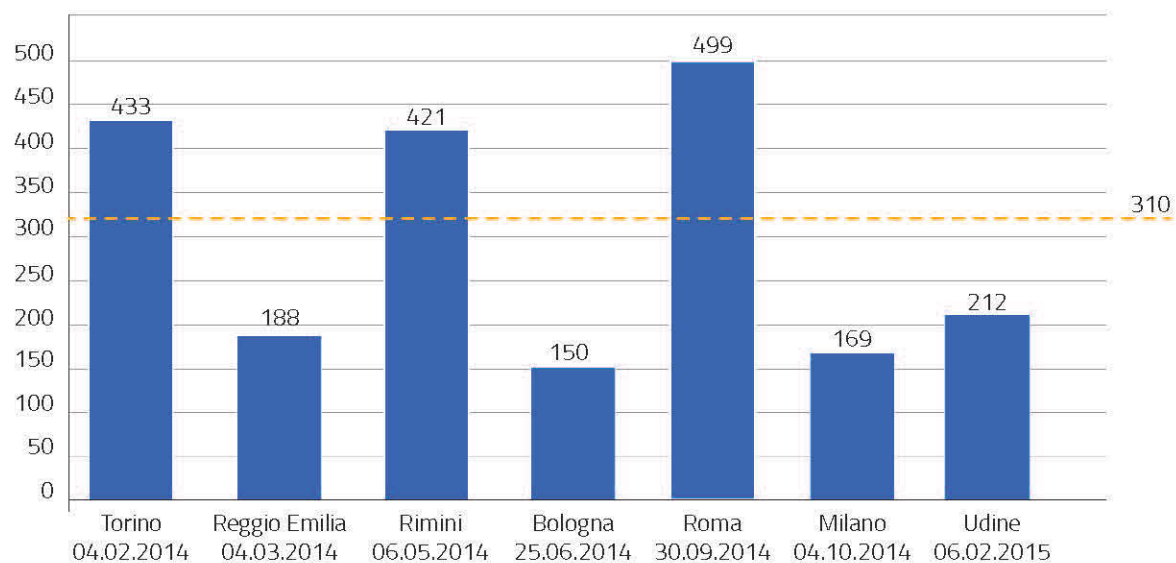
Conferministrato

CONFINPI
Associazione Nazionale Cooperative di Produzione e Lavoro

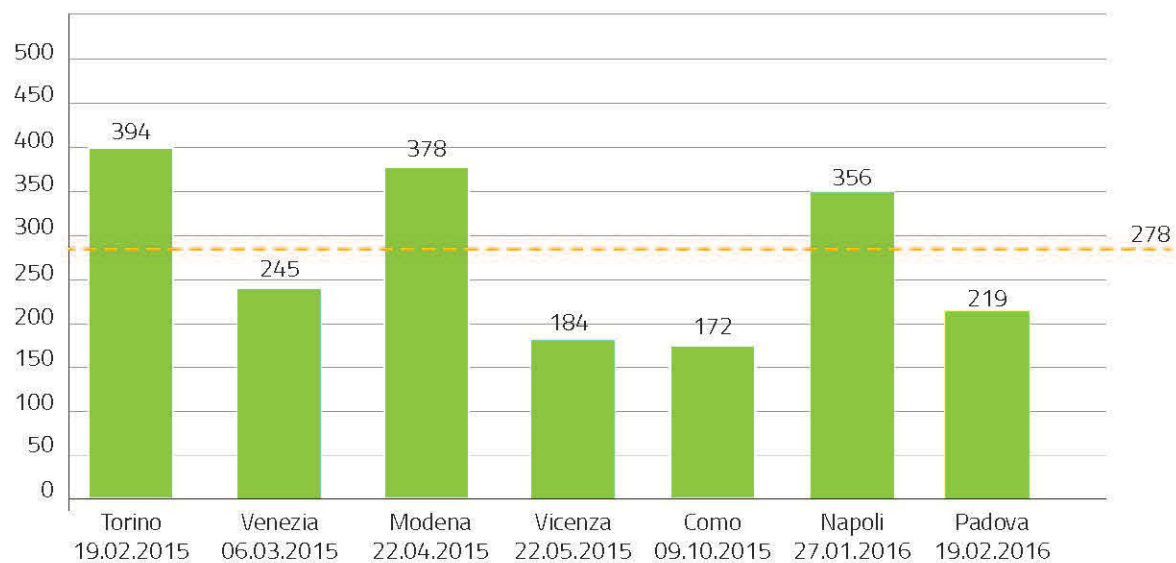
Harley Dickinson
www.hardlydickinson.com

Fig. 8.5 – Programma-invito del secondo ciclo di giornate formative Smart Swap Building – 2015-2016: Tecnologie e progetti per costruire nel costruito – elaborazione UNImark Pubblicità & Marketing

Giornate di formazione nell'ambito Smart Swap Building
numero di persone partecipanti



Format 2014-2015: "La riqualificazione del patrimonio edilizio come volano per la ripresa"



Format 2015-2016: "Tecnologie e progetti per costruire nel costruito"

Fig. 8.6– Distribuzione dei partecipanti alle giornate di formazioni – dati suddivisi per i due cicli realizzati – elaborazione originale

8.1.2 Requisiti del portale online dedicato al confronto continuo

La necessità di strutturare un sistema di archiviazione e indicizzazione dei contenuti è stata affrontata, in una prima fase, appoggiandosi a strutture digitali esistenti per sviluppare, parallelamente, una piattaforma autonoma misurata sulle esigenze specifiche del progetto *Smart Swap Building*. Sono stati quindi separati gli aspetti di divulgazione scientifica e formazione professionale al fine di veicolarli secondo due strumenti digitali paralleli da far convergere, al termine di una prima fase di definizione della ricerca, in un unico prodotto online che si configuri come punto di incontro tematizzato sul progetto *Smart Swap Building*.

Divulgazione scientifica – I prodotti divulgativi strutturati della ricerca *Smart Swap Building*, quali paper pubblicati in atti di convegno o articoli su rivista, sono stati inseriti nelle principali banche dati della ricerca al fine di incentivare il dialogo all'interno della comunità scientifica e resi disponibili, quando possibile se non sottoposti a specifici vincoli di *copyright* in specifici *framework* divulgativi, secondo la logica dell'*open access* (accesso libero).

Formazione professionale – A tutti i relatori che intervengo alle giornate di formazione professionale, sia per la parte teorica che per la parte tecnica, è richiesto di produrre una presentazione in formato digitale (.pdf) da rendere disponibile, insieme ad eventuale materiale didattico integrativo, secondo le logiche, anche in questo caso, dell'*open access*. Buona parte dei confronti a tavola rotonda è stato invece documentato mediante tecniche di ripresa a telecamera fissa per poi rendere disponibili i filmati in *streaming* video. Questo permette quindi, non solo a tutti i partecipanti, ma al più ampio pubblico possibile, di documentarsi preliminarmente alla partecipazione ad una giornata di formazione o approfondire verticalmente un argomento specifico. L'operazione è stata condotta, nella prima fase, utilizzando come *repository* la piattaforma *sistemaedificio.wordpress.com* sulla quale sono stati caricati tutti i contributi delle giornate di formazione del periodo 2014-2015 e 2015-2016.

Al 10 Marzo 2016 il network digitale creato nel solo ambito di formazione professionale conta 9.341 utenti unici con un picco di 728 visualizzazioni nella giornata del 28 ottobre 2014, a seguito della pubblicazione dei contenuti formativi della giornata formativa con la maggiore affluenza (Roma). È infatti necessario sottolineare come il giorno di maggiore affluenza sia generalmente individuabile nella prima giornata lavorativa successiva ad un evento di formazione (30%).

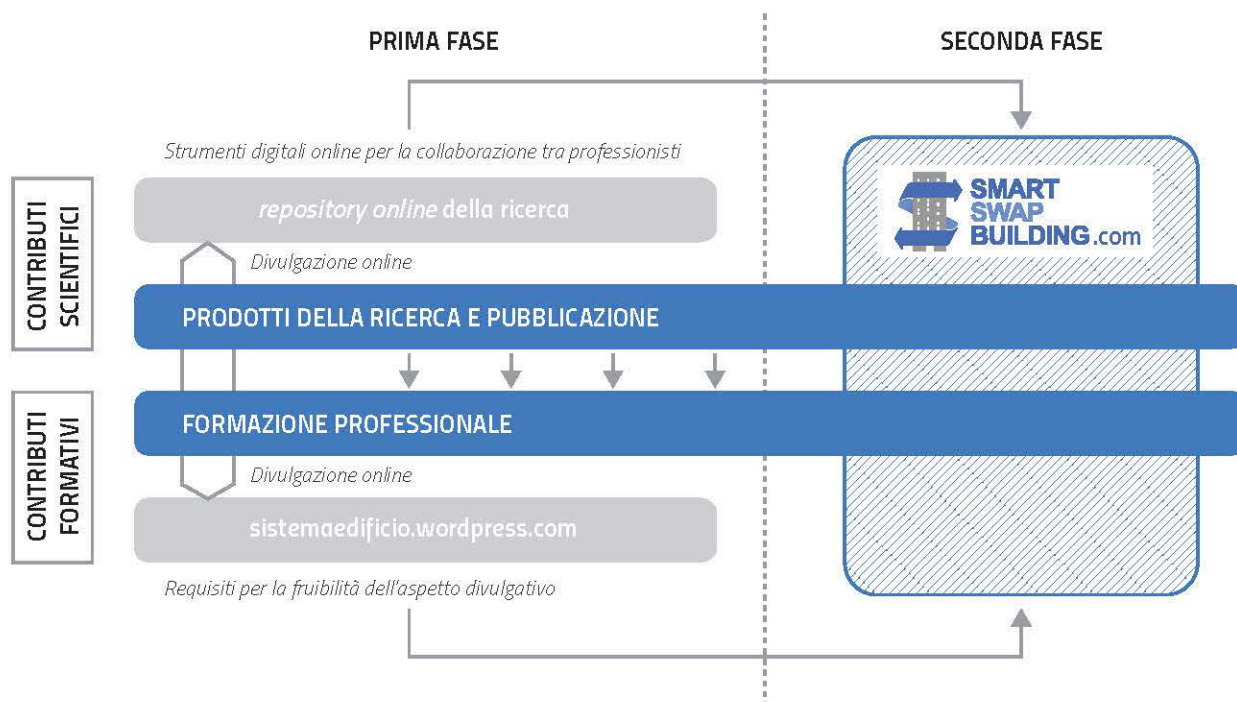


Fig. 8.7 – Programmazione schematica dei contributi da far convergere nel portale *Smart Swap Building* – elaborazione originale

8.2 La rappresentazione infografica per l'innovazione di processo

La complessità del progetto *Smart Swap Building* richiede un'opportuna attenzione anche ai modelli comunicativi affinché diano luogo ad un processo inclusivo di trasmissione delle informazioni. Il grande numero di dati complessi che si legano al progetto strategico regionale richiedono uno sforzo rappresentativo capace di sintetizzare in maniera chiara ed immediata le informazioni. I dati che necessitano di rappresentazione includono elaborati grafici, fotografie, simboli, mappe e tabelle che, per essere trasmesse in maniera efficace, rendono necessaria una strutturazione metodologica per la restituzione infografica. In tale ambito è possibile fare una suddivisione, strumentale alla classificazione, in⁶:

- **elementi visuali** – sono la parte che si compone di simboli, icone, disegni, grafici, mappe, ecc. e che accompagnano gli elementi di contenuto per una comprensione immediata;
- **elementi di contenuto** – sono le singole informazioni che vengo trasmesse come fatti, statistiche, testi, riferimenti, ecc.;
- **elementi di conoscenza** – sono di fatto i legami che vengono instaurati tra gli elementi di contenuto (e i relativi elementi visuali) e che esprimono, nella definizione finale dell'infografica, il messaggio da trasmettere.

Con particolare riferimento all'utilizzo del linguaggio grafico in ambiente virtuale online, l'impiego della tecnica infografica appare oggi di largo impiego per la sua capacità di comunicare un messaggio, presentare una grande quantità di dati in maniera sintetica e facile da comprendere, determinando le dinamiche causa-effetto e classificando le relazioni tra i dati⁷. Grazie all'infografica, pertanto, è possibile rendere le informazioni più attrattive, catturando l'attenzione dell'interlocutore su idee di più semplice comprensione. L'infografica diviene quindi, secondo Alberto Cairo, un vero e proprio strumento atto a comunicare informazioni che, senza tale ausilio, risulterebbero estremamente difficili da comprendere secondo il linguaggio testuale o elaborati grafici tecnici tradizionali (fig. 8.8)⁸.

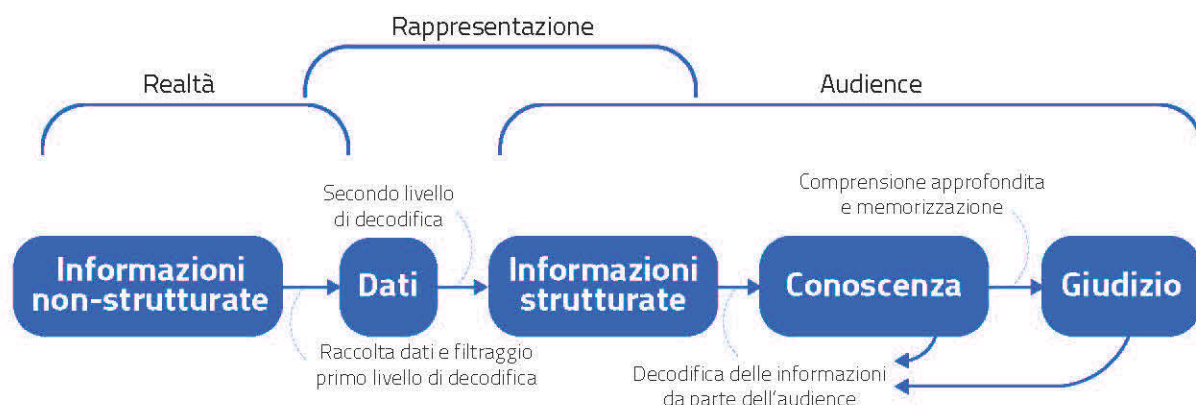


Fig. 8.8 – Percorso di creazione e comprensione di un elaborato infografico – rielaborazione grafica da CAIRO A., *The Functional Art: An introduction to information graphics and visualization*, op. cit.

Osservando la catalogazione delle tecniche tradizionali di rappresentazione infografica proposta da Danny Ashton, fondatore dei NeoMam Studios (fig. 8.9)⁹, è possibile comprendere come la maggior parte delle visualizzazioni di processo vengano rappresentate mediante digrammi di relazione tra dati puntuali. All'interno di

6 Cfr. THATCHER B., *An Overview of Infographics*, Webinar. Illinois Central College Teaching & Learning Center, SlideShare 2012 - <http://www.slideshare.net/ICCTLC2/an-overview-of-infographicsv5-0-15179863> (online 20.02.2016)

7 Cfr. SIRICHARON W. V., *Infographics: The new communication tools in digital age*, International Conference on E-Technologies and Business on the Web, Bangkok, 2013

8 Cfr. CAIRO A., *The Functional Art: An introduction to information graphics and visualization*, Pearson Education, Inc. and New Riders, 2012

9 Cfr. ASHTON D., *9 types of infographics that get shared*, 8 Febbraio 2016 - <http://neomam.com/blog/types-of-infographics/> (online 20.02.2016)

questa categoria l'attenzione è stata pertanto rivolta alle più significative tecniche, identificando come elemento di riferimento il modello ideato dallo studio visuale di Milano H-57 con il progetto Shortology¹⁰ nell'ambito di un esperimento volto all'utilizzo del linguaggio grafico senza vincoli derivanti da una committenza.

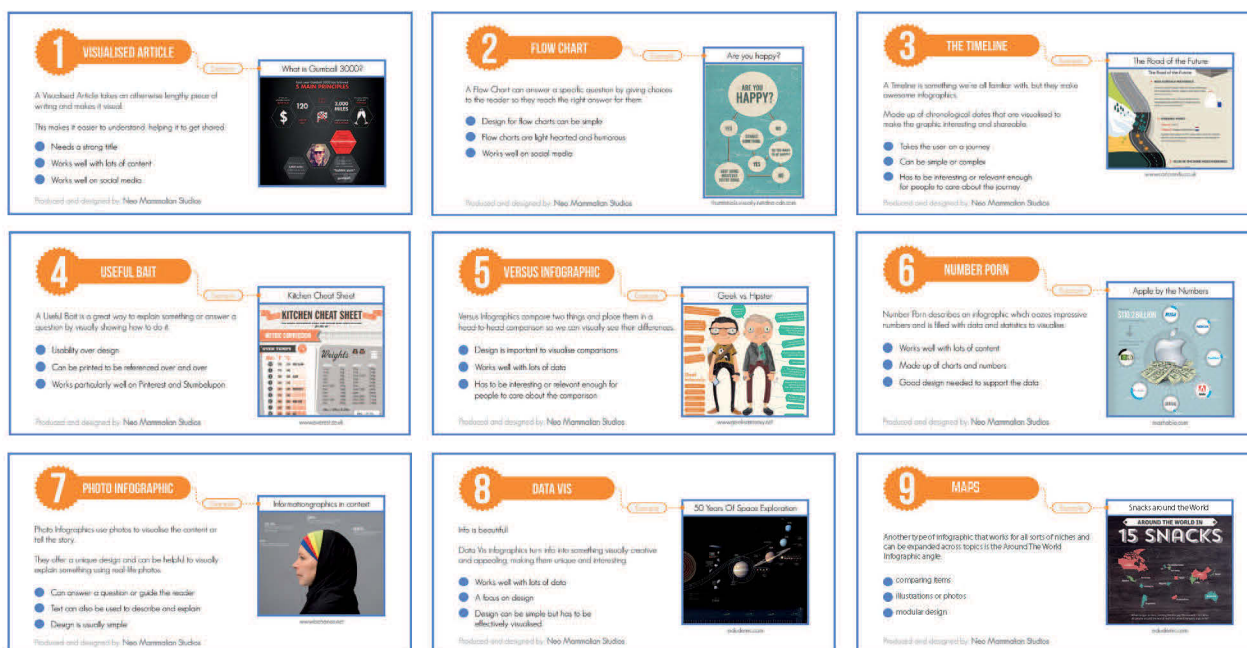


Fig. 8.9– Classificazione delle tradizionali tecniche di rappresentazione infografica – fonte Neomam studios

Sebbene gli autori stessi non spieghino nei dettagli il funzionamento del linguaggio ideato ma definiscano Shortology come la “rappresentazione più sintetica e divertente possibile, tramite poche icone grafiche, di biografie, eventi storici, film, invenzioni, fenomeni di costume e praticamente qualsiasi altra cosa”, nella pubblicazione cartacea del volume è possibile distinguere chiaramente un sistema rappresentativo che ben si declina nella rappresentazione dei flussi di processo (fig. 8.9).

Struttura temporale - tutte le narrazioni si svolgono su una linea temporale cronologica rappresentante il principale flusso del processo (eventi, azioni, narrazioni, ecc.) sulla quale possono eventualmente innestarsi eventi o flussi di informazioni secondari. Il linguaggio grafico utilizzato è basato su frecce costituite da una linea continua nel caso della narrazione principale e da linee tratteggiate in caso di narrazioni secondarie.

Elementi di narrazione - tutti gli elementi di contenuto sono sintetizzati mediante la loro traduzione in elementi visuali, ottenuti mediante un linguaggio a icone bidimensionali di massima riconoscibilità ed interpretazione.

Caratterizzazione cromatica – la maggior parte della narrazione avviene tramite l'impiego della monocromia al fine di risultare il più possibile essenziale e concentrarsi sulla sola interpretazione del messaggio. L'impiego di elementi cromaticamente distinguibili dal resto della narrazione avviene solo nel caso in cui il colore sia elemento fondante del messaggio.

Come ogni linguaggio, anche quello utilizzato in Shortology ha visto un'evoluzione, soprattutto grazie alla *viralità* che ha caratterizzato l'esperimento in ambiente digitale, ancor più che cartaceo. Alle positive recensioni della critica editoriale si è affiancata la strutturazione di ulteriori progetti che hanno fatto diventare Shortology un vero e proprio *brand* che ha dato luogo ad ulteriori pubblicazioni così come ad una intensa attività online. Oggi è possibile definire il linguaggio ideato dagli H-57 come un vero e proprio linguaggio grafico affermato, che è possibile declinare ed ibridare nell'impiego in progetti di comunicazione.

¹⁰ MILESI G., CIVASCHI M., *Shortology: Da Alien a Mark Zuckerberg, 101 ministorie per chi non ha tempo da perdere*, Rizzoli, 2012

8.2.1 L'impiego della tecnica infografica per la definizione del flusso Smart Swap Building

Sulla base dell'analisi del linguaggio infografico analizzato si è quindi proceduto a declinarne l'impiego per le finalità di rappresentazione e comunicazione del processo *Smart Swap Building* con duplice obiettivo:

- rappresentare l'innovazione di processo in sede divulgativa;
- organizzare uno strumento utile alla fase di *Value Stream Map*¹¹.

Si prenda quindi ad esempio, come processo di declinazione del linguaggio grafico l'elaborato già mostrato in figura 4.8¹² e qui di seguito riproposto, sebbene un analogo ragionamento, metodologicamente coerente, potrebbe essere condotto per la figura 4.17¹³.

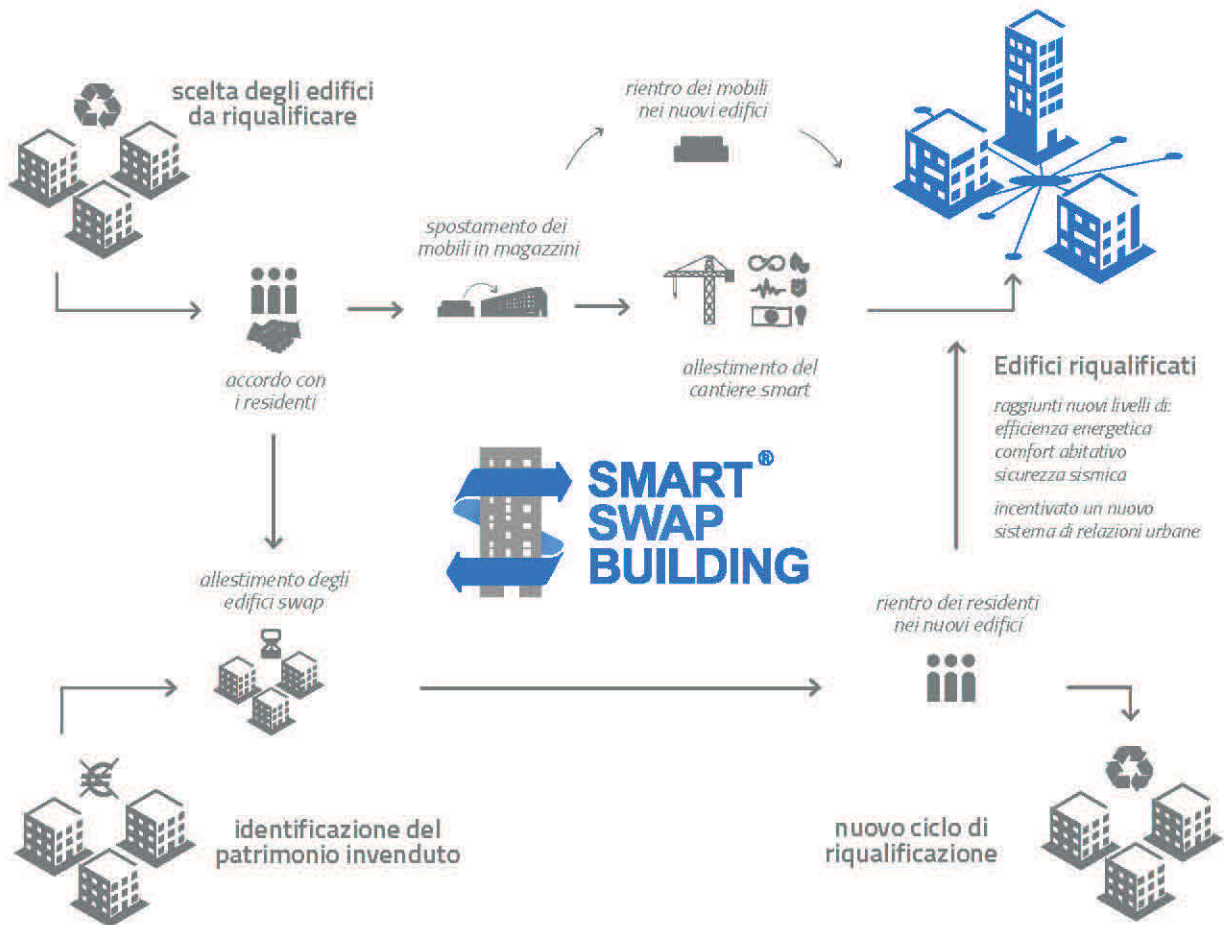


Fig. 8.10 – Schematizzazione del progetto Smart Swap Building secondo il linguaggio grafico Shortology - elaborazione originale

In fase di realizzazione dell'elaborato infografico rappresentante l'innovazione di processo sono stati, quindi, individuati ed affrontati alcuni aspetti fondamentali rispetto all'utilizzo del linguaggio nella sua concezione originaria, tenendo in considerazione la caratterizzazione specifica del processo da rappresentare:

- diversamente dalle narrazioni proposte dagli H-57 il soggetto dell'infografica non è conosciuto alla maggioranza del pubblico e, sebbene gli elementi di contenuto, presi singolarmente, possano essere comunicati in maniera chiara e sintetica, gli elementi di conoscenza introdotti potrebbero risultare di più difficile comprensione;
- la non-linearità del processo *Smart Swap Building* necessita di un'organizzazione più complessa di quella

11 Per approfondimento si rimanda al capitolo 4. Nello specifico alla sezione 4.3.4 Risultati operativi dei tavoli tecnici di confronto sull'ipotesi di processo

12 Vedi capitolo 4, paragrafo 4.2.2 Descrizione dell'ipotesi di processo

13 Vedi capitolo 4, paragrafo 4.4.1 Metodologia BIM per aggregare informazioni nel processo di riqualificazione

impiegata tradizionalmente;

- il diverso peso di alcune fasi all'interno del processo può necessitare di un'opportuna traduzione visuale.

L'approfondimento di questi aspetti ha permesso di definire nello specifico la declinazione puntuale del linguaggio grafico da impiegare secondo tre categorie principali:

- rappresentazione temporale;
- rappresentazione iconica;
- rappresentazione cromatica.

Rappresentazione temporale – La non-linearità individuata nel processo viene tradotta nella rappresentazione infografica raddoppiando la linea temporale principale. La relazione tra le due, non potendo considerarsi in realtà come un rapporto secondario e avendo necessità di una direzionalità non è rappresentata con una linea tratteggiata, bensì con una linea continua, eventualmente di spessore inferiore alla principale, terminante anch'essa con una freccia.

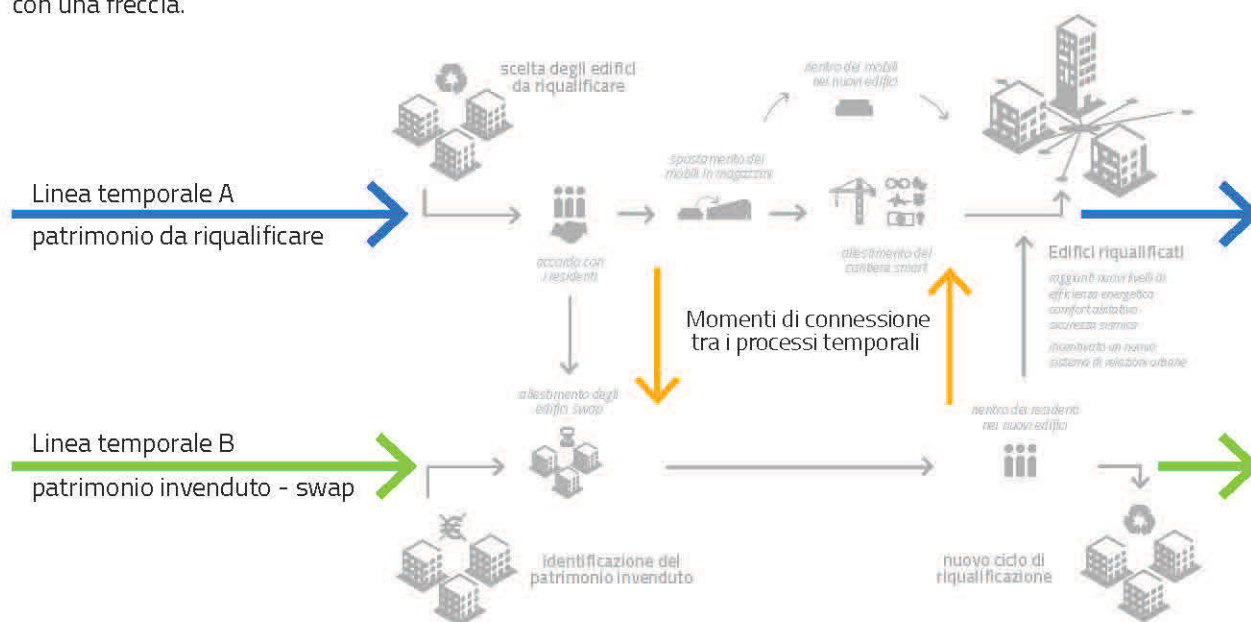


Fig. 8.11 – Esplicazione grafica della non-linearità di progetto e sua traduzione in infografica (elementi di conoscenza) - elaborazione originale

Rappresentazione iconica – La necessità di comunicare un'innovazione, ovvero un processo non conosciuto da un pubblico ampio nella sua interezza, impone la necessità di esprimere gli elementi di contenuto non solo tramite icone ma anche grazie all'impiego di brevi elementi testuali. La maggior parte della rappresentazione iconica, al tempo stesso, viene scomposta in elementi riconoscibili e il messaggio è espresso dalla somma degli stessi. Inoltre è stato efficace giocare con il dimensionamento delle icone stessi per dare più o meno importanza ad alcuni elementi piuttosto che ad altri.

Rappresentazione cromatica – Ai fini della spiegazione del processo non sembra necessario inserire elementi cromatici rilevanti all'interno della sequenza delle attività. L'impiego del cromatismo sottolinea invece il risultato raggiunto al termine del processo di riqualificazione.

In ultimo è necessario sottolineare che poiché la natura ciclica del processo viene in parte perduta nella linearizzazione del processo, sono state adottate alcune strategie grafiche per ovviare al problema:

- il posizionamento del logo *Smart Swap Building*, appositamente disegnato in coerenza con lo stesso linguaggio dell'infografica, viene posizionato al centro della rappresentazione al fine di innescare una logica di circolarità dal punto di vista percettivo mediante una imperfetta simmetria;
- secondo la logica di lettura convenzionale occidentale che procede da sinistra verso destra e dall'alto verso il basso, il primo elemento visuale (in alto a sinistra) viene ricollocato al termine del processo (in basso a destra) nella stessa logica di circolarità del processo.

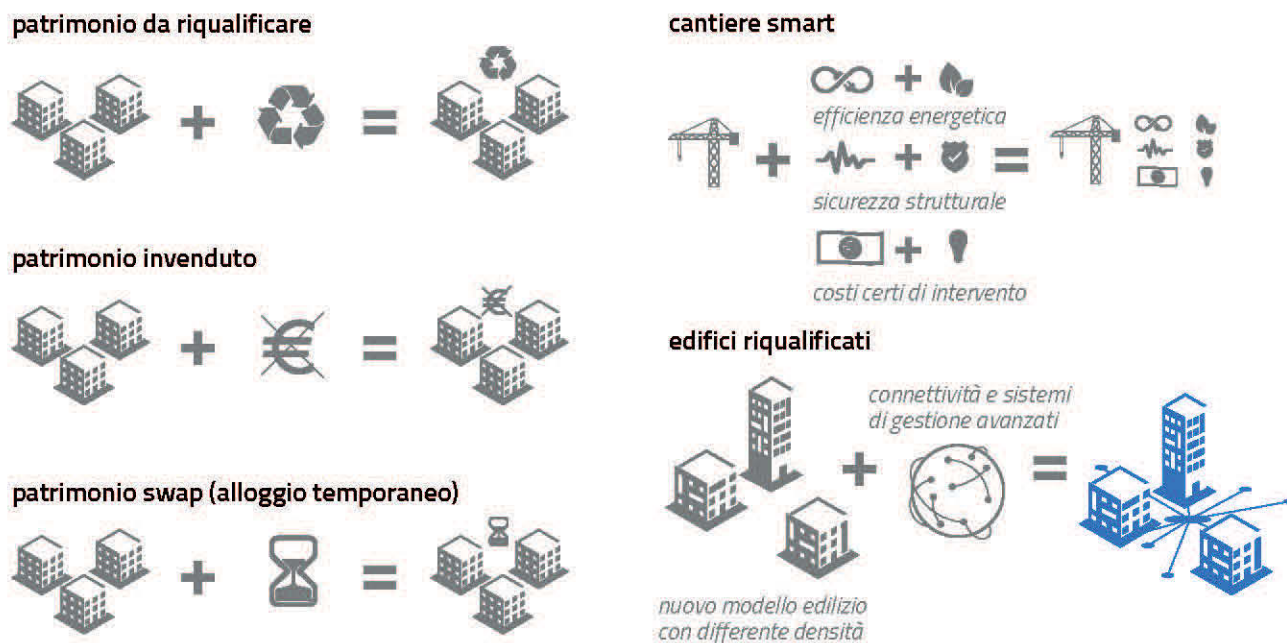


Fig. 8.12 – Composizione delle principali rappresentazioni iconiche (somma di elementi visuali e di contenuto) - elaborazione originale

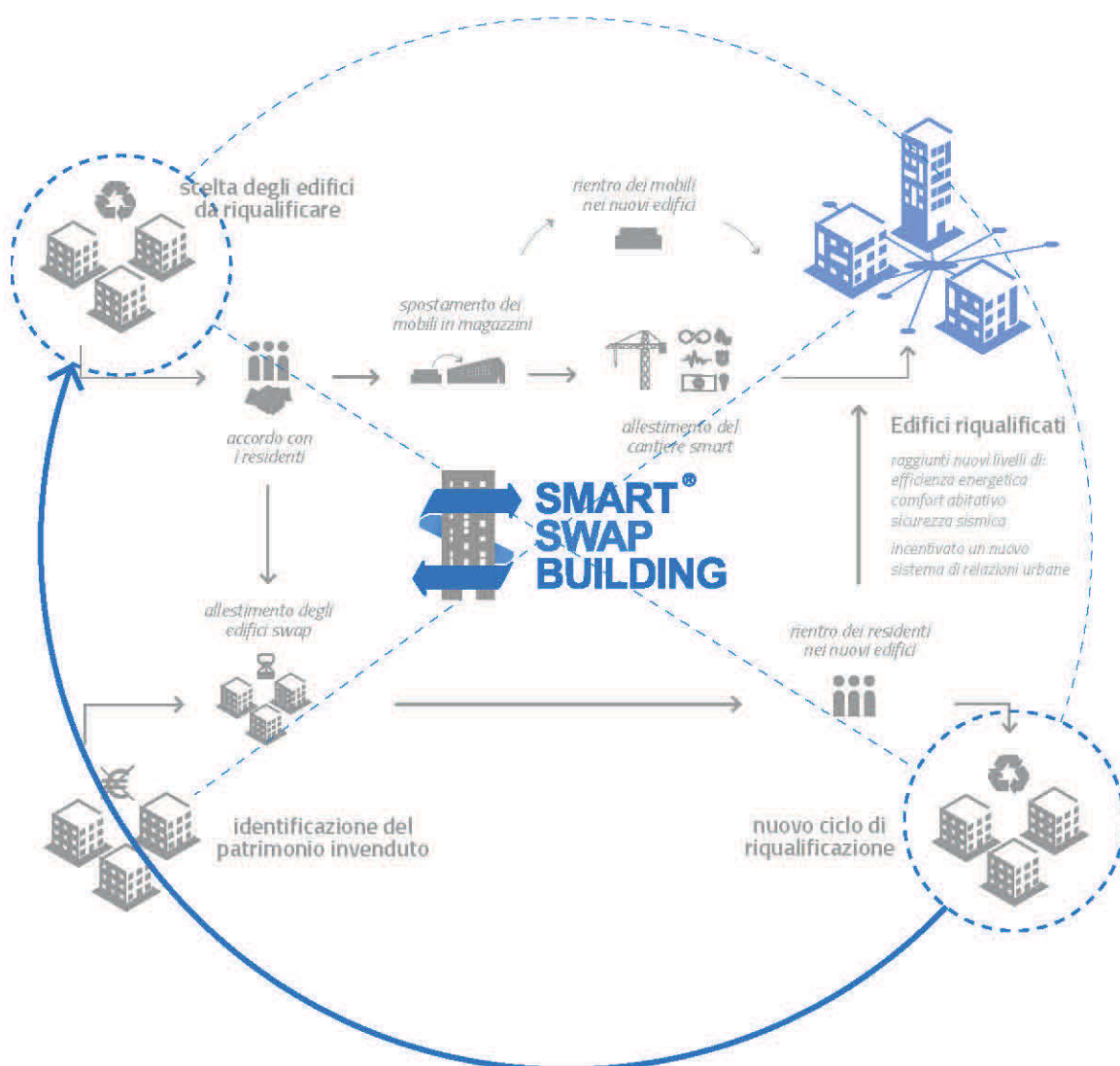


Fig. 8.13 – Costruzione grafica delle tecniche impiegate per suggerire la circolarità del processo - elaborazione originale

8.2.2 Il marchio del progetto Smart Swap Building

Il marchio *Smart Swap Building*, elaborato anch'esso all'interno della strategia di comunicazione e divulgazione del progetto strategico regionale, impiega la stessa logica di rappresentazione iconica delineata per l'infografica.

Il percorso di ideazione è stato condotto tramite la sintetizzazione progressiva del processo in pittogrammi dal valore iconico: nella versione definitiva il pittogramma è composto dalla stilizzazione di un edificio multipiano, rappresentate un tipico condominio, avvolto da un nastro che termina con due frecce opposte, rappresentante il processo di trasformazione bidirezionale, capaci di coinvolgere sia il patrimonio residenziale obsoleto che quello invenduto. A questo è stato associato un logotipo, posto sulla sinistra, che consiste nella dicitura "SMART SWAP BUILDING", disposta su tre righe, una per parola, allineate a sinistra a bandiera.

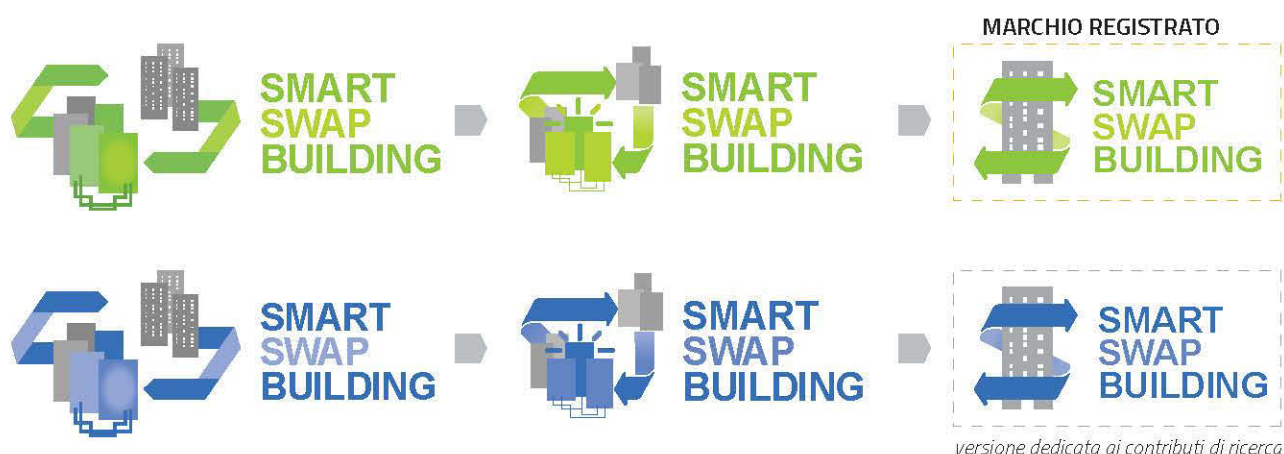


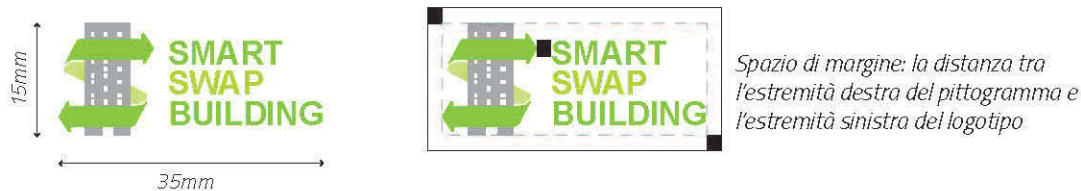
Fig. 8.14 – Processo grafico di elaborazione del marchio *Smart Swap Building* – elaborazione originale

Nella fase di ideazione, le cromie di accento, impiegate per rappresentazione iconica della trasformazione e per la dicitura, sono state il verde e il blu, mentre è stato utilizzato il grigio la restante parte del pittogramma, simboleggiante il patrimonio esistente.

Il marchio, in forma ufficiale, è stato depositato in data 24 settembre 2014 e successivamente registrato il 13 luglio 2015 nella versione verde: l'utilizzo è dedicato a tutte le operazioni di promozione del progetto con particolare riferimento alle iniziative promosse da Aster e alle giornate di formazione. Più nello specifico, definendo i colori secondo il metodo PANTONE, il nastro verde è P 157-8 C all'esterno e P 157-6 C all'interno. Gli stessi verdi sono utilizzati nell'alternanza chiaro e scuro anche nella dicitura SMART SWAP BUILDING. La versione blu è stata invece dedicata ai contributi di ricerca che ricadono all'interno di *Smart Swap Building*, come la presente ricerca.

In entrambi i casi possono essere ritenute valide le seguenti regole di impiego.

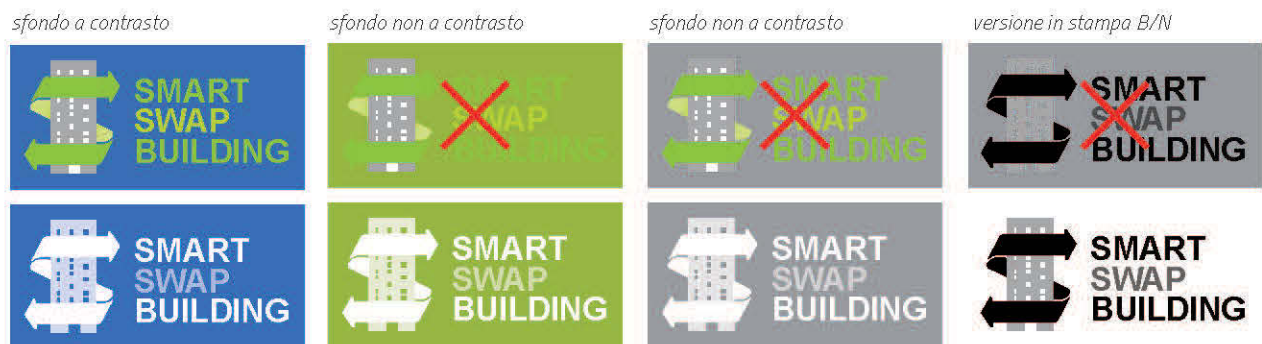
DIMENSIONE MINIMA E SPAZIATURA



COLORI, FONTS E SFONDI



Fonts: Arial Bold, tracking dei caratteri -28



USO SCORRETTO SCALA NON OMOGENEA O ORIENTAMENTO SCORRETTO



Fig. 8.15 – Sintesi delle linee guida di impiego del marchio Smart Swap Building - elaborazione originale

8.3 Il portale Smart Swap Building: struttura Open Source e diffusione Open Access

I numeri segnati online in merito al pubblico raggiunto mediante la pubblicazione del materiale formativo e l'apertura di un dibattito continuativo hanno confermato l'esigenza di creare uno strumento dedicato di diffusione in rete.

In linea con la strategia definita, il portale è composto da tre principali sezioni, accessibili attraverso una *landing page* (primo livello) che introduce al progetto sfruttando un forte contributo del linguaggio infografico precedentemente definito. Da qui discende quindi la seguente suddivisione di secondo livello che sarà approfondita nello specifico nello svolgimento della presente sezione del capitolo:

- **Convegni** – area dedicata alla formazione dove vengono caricati i contributi multimediali prodotti dai relatori, interrogabili in base a giornata di formazione, autore e argomento e dotati di sistema di *versioning*.
- **Strumenti** – area dedicata ai risultati della ricerca, resi disponibili in ottica di trasferimento tecnologico o, nel caso di risultati parziali, mediante i link ai contributi scientifici pubblicati sui principali *repository* dedicati.
- **Area riservata** – di natura differente in base all'utente che effettua l'accesso e concettualmente trasversale alle due aree precedenti. Escludendo gli utenti amministratori del portale possono essere identificati *utenti formatori* e *utenti applicatori*: i primi sono dotati di possibilità di caricamento dei contenuti illustrati durante le giornate di formazione, i secondi avranno invece accesso ad un server BIM per lo scambio di dati.

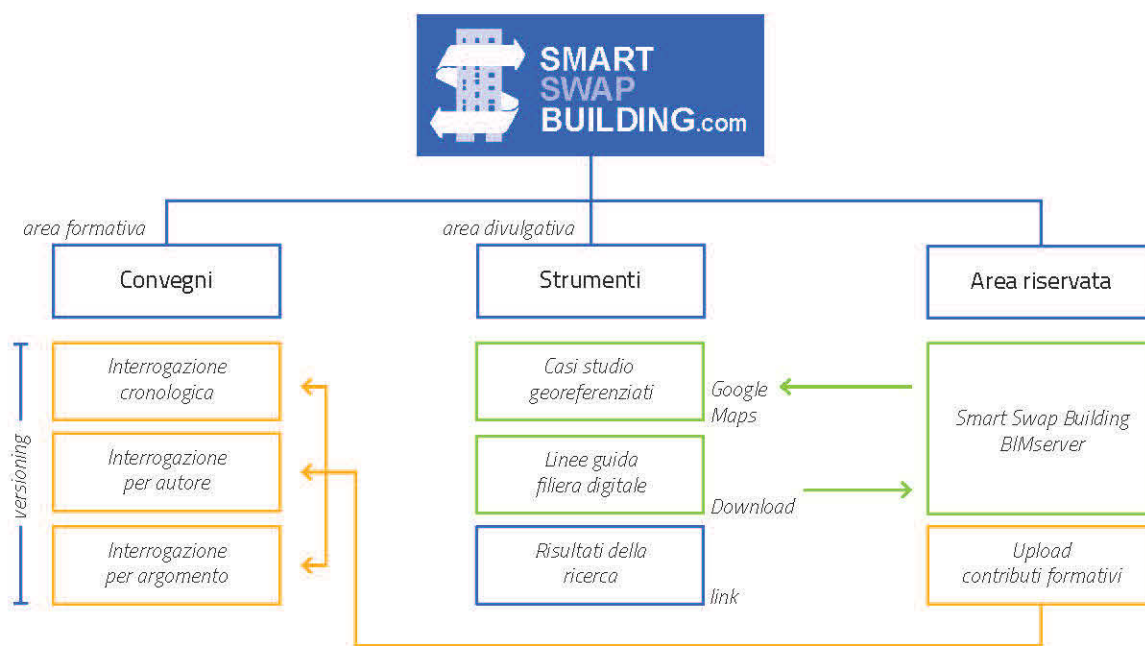


Fig. 8.16 – Schematizzazione della mappa di fruizione del portale Smart Swap Building - elaborazione originale

Seguendo l'indirizzo proposto da Carlo Ratti quando nella primavera del 2011, in seguito alla richiesta della rivista Domus di scrivere una editoriale dedicato alla progettazione *open source*, lanciò una pagina Wikipedia dando il via ad un progetto di più ampio respiro denominato OSArc¹⁴, l'intero portale dedicato a *Smart Swap Building* è stato basato su progetti *open source* e i contributi caricati accessibili in *open access*.

Dal punto di vista informatico sono riconoscibili due differenti strutture dedicate a gestire due differenti tipologie di contenuti: da lato tutta l'interfaccia pubblica del portale, così come la gestione dell'area riservata per il caricamento dei contenuti formativi e, dall'altro, la struttura collaborativa del server BIM come servizio ad accesso riservato per utenti registrati.

¹⁴ RATTI C., *Architettura Open Source. Verso una progettazione aperta*, Einaudi Editore, 2014

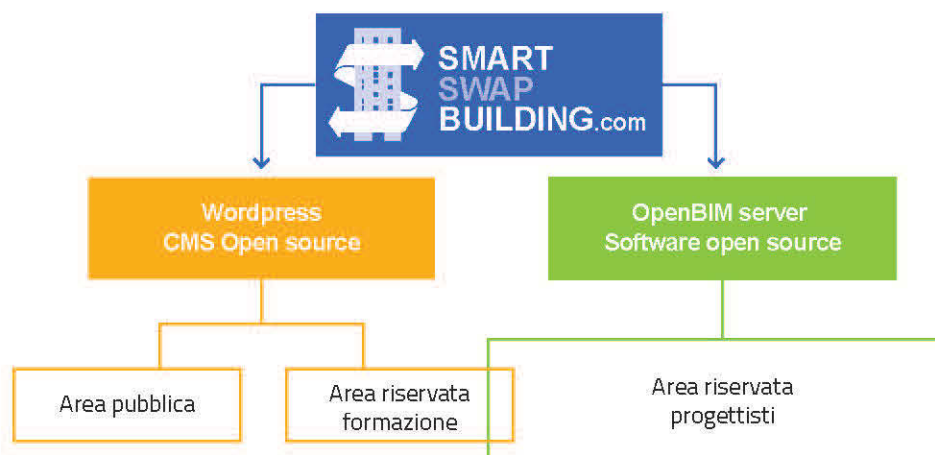


Fig. 8.17 – Schematizzazione della struttura digitale del portale Smart Swap Building - elaborazione originale

Interfaccia pubblica e caricamento contenuti formativi – Questa sezione del portale è basata sulla piattaforma software di *publishing* WordPress, un *content management system* (CMS) ovvero un programma che, girando lato server, consente la creazione e distribuzione di contenuti testuali o multimediali, facilmente gestibili ed aggiornabili in maniera dinamica. Si tratta di un progetto Open Source, distribuito con licenza GNU *General Public License*. È sviluppato in PHP con appoggio al gestore di database MySQL.

ServerBIM come *processing software online* – Questa sezione del portale è basata sulla piattaforma OpenBIM server che, a discapito del nome, è costituita da sola struttura software Open Source. Questa può essere infatti installata su qualsiasi sistema operativo che sia in grado di eseguire Java. Il server, come precedentemente illustrato¹⁵, utilizza un approccio basato sulla traduzione dello schema IFC in un *key-value-store* database di tipo Oracle BerkeleyDB. Quest'ultimo è stato scelto dagli sviluppatori di OpenBIM server per la sua capacità di processare le operazioni con grande velocità e accuratezza.

L'impiego di strutture software consolidate inoltre ha permesso di garantire una accessibilità multiplatforma ad entrambi i sistemi grazie alla possibilità di implementare interfacce responsive nella logica di inclusività.

8.3.1 Definizione di un repository accessibile ed implementabile per la pubblicazione di contributi formativi

All'interno del portale *Smart Swap Building* sono stati migrati tutti i dati precedentemente caricati su sistema *edificio.wordpress.com* relativi ai contributi illustrati nei cicli 2014-2015 e 2015-2016 delle giornate di formazione professionale, rispetto al quale sono stati fatti alcuni avanzamenti nell'organizzazione dei dati per migliorare l'accessibilità dei dati. L'implementazione di un sistema di archiviazione basato sull'impiego di un database relazionale permette quindi di interrogare i contributi caricati secondo logiche più flessibili di quella per sole giornate prevista nel precedente sistema, alla quale si aggiungono due ulteriori possibilità. I contributi risultato pertanto accessibili nel seguente modo.

Accesso cronologico per evento formativo – Già disponibile nella precedente versione, qui viene migliorato relazionandosi con gli altri due sistemi e integrando la possibilità di *versioning*. Ad ogni creazione di un nuovo evento formativo da parte dello staff di *Smart Swap Building* viene automaticamente aggiunta una nuova voce alla lista degli eventi formativi: da questa si accede ad una pagina contenente il programma delle giornate comprensivo della descrizione dell'evento, i relatori partecipanti e la successione degli interventi, gli enti patrocinatori e quelli sponsor.

Ad ogni intervento possono essere assegnati uno o più file, resi disponibili per il download a seguito della conclusione dell'evento. Sebbene il sistema tecnicamente accetti la quasi totalità dei formati file, è stato imposto come standard la pubblicazione di file in formato PDF. Dalla pagina dell'evento è quindi possibile scaricare ogni

¹⁵ Per approfondimento si rimanda al capitolo 7. Nello specifico alla sezione 7.4.2 Verifica di coerenza del dato di interscambio: condivisione del dato online e portabilità su dispositivi mobile

singolo intervento illustrato dai relatori e, nel caso di ripresa video della tavola rotonda, è possibile riprodurre il flusso video. Quest'ultimo viene caricato su un apposito canale YouTube ed incorporato nella pagina dell'evento mediante una finestra di riproduzione. Inoltre, sfruttando l'implementazione delle funzionalità di *versioning*, nel caso in cui la giornata formativa in fase di navigazione non fosse la più recente e, in una giornata successiva fosse stato mostrato, dallo stesso autore, un intervento più aggiornato, il sistema automaticamente proporrebbe anche il download della versione più recente.

In caso invece di pagina dedicata ad un evento programmato, viene mostrato il solo programma della giornata e un suggerimento per la visualizzazione dell'eventuale ultima versione del contributo. Allo stesso tempo è però possibile accedere ad un modulo di iscrizione digitale per la partecipazione alla giornata di formazione. Il sistema così comunica, mediante protocollo crittografato, tutte le informazioni raccolte, entro la data prestabilita, allo staff organizzativo al fine di predisporre la logistica sul luogo dell'evento.

Accesso per autore – Tale navigazione è accessibile direttamente selezionando l'apposita modalità che elenca, in ordine alfabetico, tutti gli autori e relatori delle giornate di formazione o ogni volta che in una pagina appare il nome di un relatore come, ad esempio, nelle pagine dedicate agli eventi formativi.

È così possibile visualizzare una pagina dedicata all'autore dove, oltre ad un breve curriculum della persona di circa 2000 battute, una foto e i link di approfondimento diretti a siti personali o istituzionali, vengono elencati tutti i contributi esposti nelle partecipazioni alle giornate formative. Anche in questo caso, in base all'utilizzo del *versioning*, i contributi vengono raggruppati quando versioni successive dello stesso intervento.

Accesso per argomento – Infine la navigazione per argomento sfrutta la possibilità di assegnare ad ogni intervento pubblicato delle *tag* predefiniti identificanti uno o più argomenti affrontati nel contributo. È inoltre necessario precisare che versioni successive dello stesso intervento, in virtù delle funzioni di *versioning*, sono da considerarsi come associate alle stesse *tag*. Ad ogni intervento possono essere assegnate un massimo di tre *tag* che attualmente identificano i seguenti (ordine alfabetico):

- amministrazione di condominio;
- cantieri e sicurezza;
- economia e finanza;
- innovazione di processo;
- progettazione architettonica;
- progettazione impiantistica;
- progettazione strutturale;
- riqualificazione urbana;
- ristrutturazione e retrofit;
- strumenti informativo-rappresentativi.

8.3.2 Divulgazione dei risultati della ricerca in ottica di strumenti per il trasferimento tecnologico

Parallelamente allo spazio dedicato alla formazione si è deciso di istituire una sezione del portale ai risultati della ricerca, con particolare riferimento all'impiego dei risultati derivanti da questa ricerca. Allo stato attuale infatti il portale espone, in questa sezione, le linee guida per l'impiego degli strumenti di Building Information Modeling all'interno del processo *Smart Swap Building*. Le linee guida sono sia visualizzabili online per la parte descrittiva, quella riportata anche nel capitolo precedente, sia scaricabili in formato PDF sotto forma di documento consultabile in locale e che è possibile ritrovare nella appendice B.1 di questa trattazione.

Inoltre è stato riservato uno spazio dedicato alle esperienze di applicazione del processo *Smart Swap Building* o della sperimentazione degli strumenti informativo-rappresentativi dedicati. Attualmente i casi inseriti sono i 3 presentati nel capitolo precedente in fase di validazione delle linee guida, geolocalizzati sul territorio. L'impiego di tali dati a fini divulgativi ha permesso, nel caso specifico, evitare l'impiego di sistemi GIS propriamente detti e appoggiarsi invece, al fine di privilegiare l'accessibilità, alla piattaforma di Google Maps. È necessario sottolineare, a questo proposito, come il dato ottenuto non sia corretto per un utilizzo geografico propriamente detto a

causa, ad esempio, dalla proiezione Web Mercator al posto del WGS-84¹⁶.

8.3.3 Le tipologie di utenti del portale per l'accesso all'area riservata

L'area riservata è stata considerata, nella schematizzazione della struttura del portale, come elemento di secondo livello sullo stesso piano delle voci Convegni e Strumenti sebbene, nonostante sia assimilabile per accessibilità e posizione rispetto al dominio, dal punto di vista funzionale svolge un funzioni trasversali rispetto alle altre sezioni o parallela in base alla tipologia di utente autenticato. In questo paragrafo specifico, vengono presi in considerazione gli utenti con solo accesso all'area riservata *front-end*, vale a dire quegli utenti per i quali è stata progettata una interfaccia specifica di inserimento dati al fine di contribuire alla popolazione del portale con dati specifici. Non viene invece considerato l'utente amministratore del sito, con accesso all'interfaccia *back-end*, che dispone dei privilegi necessari per apportare modifiche alla struttura del portale così come definito nella presente trattazione

Sono pertanto identificabili due tipologie di utenti che si ritroveranno a gestire due differenti interfacce in base al ruolo a loro assegnato. Il sistema di autenticazione automaticamente reindirizzerà gli accessi alla pagina prestabili. Nell'attuale configurazione del portale non è prevista la creazione automatica degli utenti bensì questi sono in carico completamente allo staff di gestione del portale *Smart Swap Building* in relazione a due principi fondamentali:

- limitato numero di utenti registrati;
- necessità di effettuare una verifica puntuale dell'utente.

Formatori – Gli utenti formatori gli utenti che, in qualità di relatori durante una giornata di formazione professionale, necessitano di inserire il proprio profilo online, composto di foto profilo, breve curriculum (2000 caratteri), link di approfondimento della propria attività, così come del materiale didattico e formativo da mettere in seguito all'evento al quale partecipano. Nella sezione dedicata agli interventi è quindi possibile inserire i propri PDF come *versioning* di lezioni già tenute o come nuovi contributi. Sarà poi a carico dello staff di *Smart Swap Building* pubblicare la pagina del singolo evento al quale associare il file da scaricare. In questo modo ai relatori è offerto un duplice servizio:

- creare una propria pagina associata al progetto regionale e disponibile in rete così come avere il controllo sulla divulgazione del proprio materiale;
- avere un archivio aggiornato, comprensivo di copie di sicurezza, dei propri interventi da poter sfruttare anche in altri eventi.

Nel caso in cui un utente formatore non fosse in grado di eseguire la procedura in autonomia è sempre possibile per l'amministratore del portale agire per conto di un singolo formatore.

Progettisti – La sezione dedicata ai progettisti accoglie invece gli utenti che decideranno di contribuire al processo *Smart Swap Building* applicando le linee guida definite dalla presente ricerca. Pertanto l'area riservata è qui ulteriormente ripartita: da un lato è presente un servizio tecnico garantito dalla costituzione di un server BIM, dall'altro è stata predisposta una interfaccia di inserimento dati geo-localizzato a fini divulgativi.

Server BIM - Dal momento che buona parte delle difficoltà nell'implementazione degli strumenti BIM, a causa dell'atomizzazione dei professionisti del settore, è riscontrabile negli elementi di *processing software*, vale a dire quegli strumenti che dovrebbero agevolare il flusso di lavoro mediante lo scambio di informazioni collaborativo, si è ritenuto opportuno implementare nel sistema uno strumento per la condivisione di informazioni di tipologia IFC tra utenti. Per l'operatività dello strumento e per le funzioni implementate si rimanda al capitolo precedente dove, in sede di validazione degli strumenti software di tale tipologia, si è proceduto ad approfondire maggior-

16 US NATIONAL GEOSPATIAL INTELLIGENCE AGENCY (NGA), *Implementation Practice Web Mercator Map Projection*, Standardization Document, Version 1.0.0, 18.02.2014

mente il sistema¹⁷. In relazione al funzionamento del server BIM deriva pertanto che gli utenti progettisti avranno privilegi di accesso differenziati rispetto al loro ruolo nella filiera e in relazione alla tipologia di *authoring* alla quale afferiscono. È importante sottolineare come di particolare rilevanza sarà il ruolo del BIM Manager al quale spetteranno sia le azioni di prima configurazione dello spazio server dedicato, sia il controllo continuo del corretto svolgimento delle operazioni previste dalle linee guida. Grazie all'implementazione di tale strumento sarà inoltre possibile allo staff di *Smart Swap Building* offrire servizi di consulenza verificati, caso per caso, mediante l'accesso ai modelli che i singoli professionisti potranno caricare sul server.

Divulgazione – Il secondo aspetto dell'area riservata dedicata ai progettisti è invece di natura divulgativa e, parallelamente al processo di riqualificazione, offre alla filiera di creare delle pagine dedicate alle azioni in corso di svolgimento localizzandole sul territorio. È infatti possibile inserire da questa sezione la localizzazione sulla mappa inserita nel lato pubblico il patrimonio sul quale si andrà ad intervenire, sia quello in fase di riqualificazione, sia quello identificato come *swap*. La possibilità inoltre di mostrare, mediante l'inserimento di dati tramite una maschera predefinita, i dati sullo stato di avanzamento del progetto e, al tempo stesso, il ruolo dei professionisti nella filiera garantisce una comunicazione di maggiore trasparenza e garantisce ai committenti stessi dell'operazione di poter osservare l'evolversi del proprio investimento.

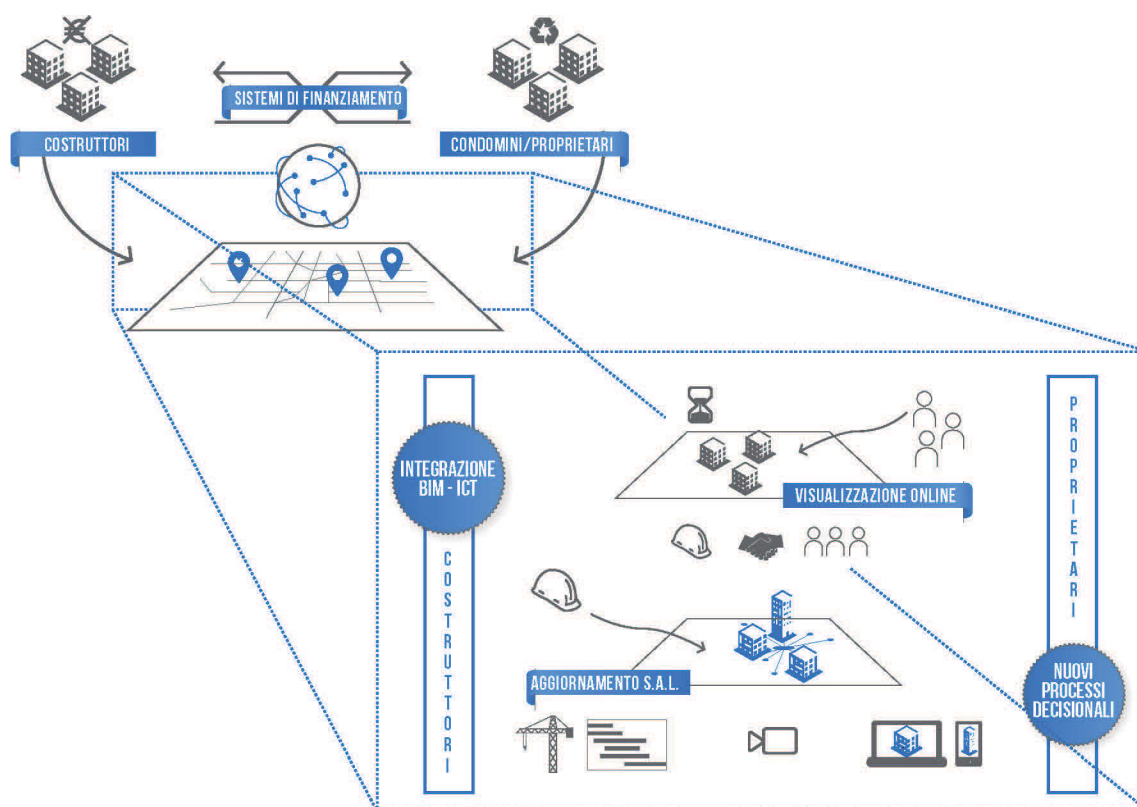


Fig. 8.18 – Funzionamento del portale Smart Swap Building nel rapporto costruttori-committenti tra avanzamento lavori e processo trasparente- elaborazione originale

¹⁷ Per approfondimento si rimanda al capitolo 7. Nello specifico alla sezione 7.4.2 Verifica di coerenza del dato di interscambio: condivisione del dato online e portabilità su dispositivi mobile

8.3.4 Visualizzazione della configurazione del portale

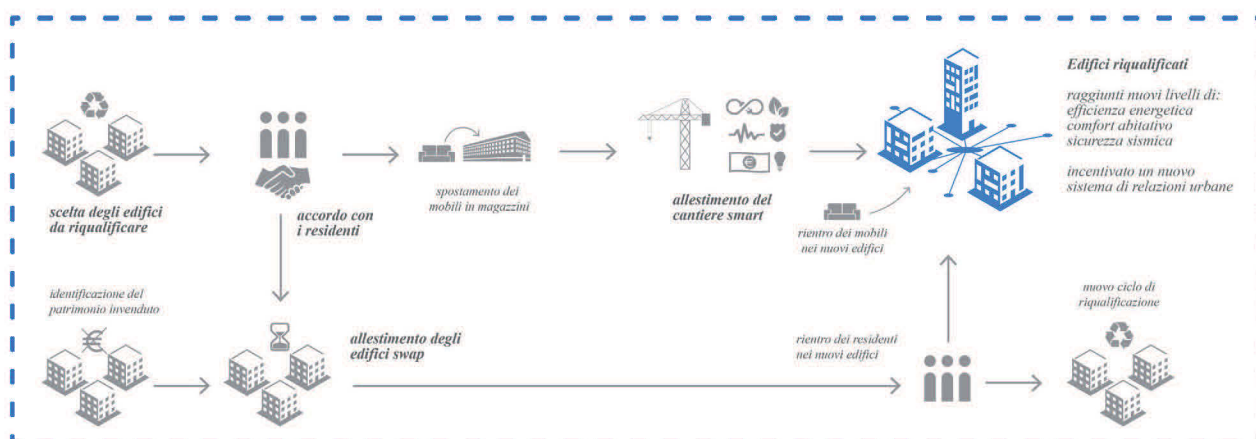
Allo stato attuale l'operatività del portale è ancora in versione di *beta testing* e accessibile mediante autenticazione all'indirizzo <http://www.smartswapbuilding.com> e, come *redirect*, dalle estensioni .it, .org e .eu. La pubblicazione ufficiale avverrà in seguito al lancio ufficiale da effettuare in collaborazione con Aster, Rete Alta Tecnologia Emilia-Romagna.

Pertanto si riportano di seguito alcune schermate rappresentative dell'attuale configurazione del portale:

1. homepage - presentazione del progetto e spiegazione complessiva delle funzionalità del portale;
2. convegni - accesso al materiale formativo presentato in occasione delle giornate organizzate, accessibili per ordine cronologico e territoriale;
3. convegni - visualizzazione di un convegno e possibilità di download dei contributi caricati;
4. convegni - visualizzazione dei relatori partecipanti a tutte le giornate di formazione, organizzati per ordine alfabetico;
5. convegni - visualizzazione della pagina di un relatore con curriculum e lista dei contributi presentati alle singole giornate di formazione;
6. convegni - visualizzazione dei contributi presentati in tutte le giornate di formazione suddivisi per argomento;
7. strumenti - introduzione alle linee guida per l'utilizzo degli strumenti BIM nel processo *Smart Swap Building*;
8. strumenti - linea guida in versione online, concetti introduttivi;
9. strumenti - linee guida in versione online, schema della filiera digitale;
10. strumenti - linee guida in versione online, schema della filiera digitale con focus su argomento specifico;
11. strumenti - lista casi applicativi e relativa georeferenziazione.



Il progetto *Smart Swap Building* nasce in collaborazione con la Piattaforma Costruzioni della Rete Alta Tecnologia dell'Emilia-Romagna come progetto strategico in risposta alla crisi che sta duramente colpendo il settore delle costruzioni e che richiede l'innescio di nuove logiche di rigenerazione utili all'intera filiera, volte alla riqualificazione e alla riduzione del consumo di suolo.



Il termine swap, mutuato dalla finanza, indica lo scambio di flussi tra due controparti: con il concetto di Smart Swap Building si vuole perciò intendere l'utilizzo del patrimonio edilizio inventato come alloggio temporaneo per gli abitanti di aree nelle quali si intraprendano programmi di riqualificazione dell'esistente. Il progetto Smart Swap Building, integrando la forte esigenza di riqualificazione dell'esistente, nella logica di raggiungimento degli obiettivi europei di riduzione di consumo del suolo nonché di risparmio energetico, di risorse e di adeguamento del comfort abitativo, e un patrimonio immobiliare di nuova costruzione non utilizzato, necessita di opportuni strumenti informativi a supporto dei complessi processi decisionali, in grado di integrare differenti competenze, a diverse scale e in diversi momenti del ciclo di vita degli edifici.

Scopri i temi di Smart Swap Building



**RIQUALIFICAZIONE
DELL'ESISTENTE**



**PROCESSO
TRASPARENTE**



**ENERGIA E
AMBIENTE**



**FILIERA
DIGITALE**

UN PROGETTO STRATEGICO



Convegni

Interrogazione cronologica
Interrogazione per autore
Interrogazione per argomento

Strumenti

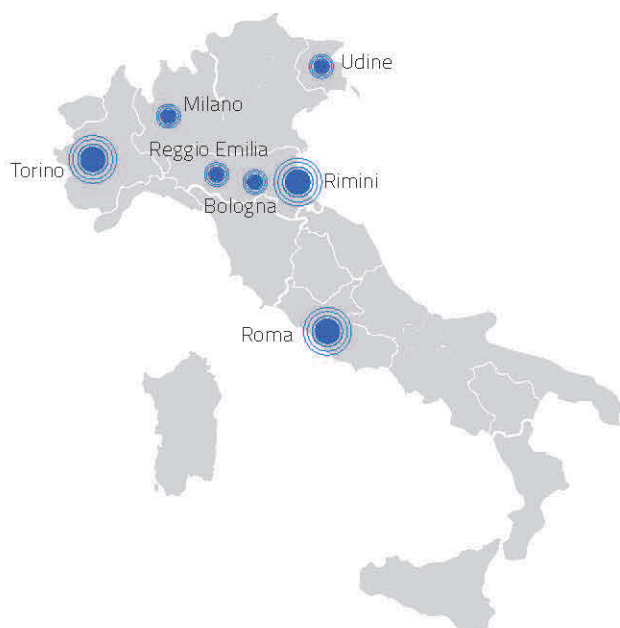
Casi studio
Linee guida BIM
Risultati della ricerca

Chi Siamo

Aster - Rete Alta Tecnologia E-R
TekneHub - Tecnopolo di Ferrara
DIAPReM - Università degli Studi di Ferrara

Convegni 2014 - 2015

La riqualificazione del patrimonio edilizio come volano per la ripresa



TORINO, 4 Febbraio 2014 - [visualizza i contributi>>](#)

REGGIO EMILIA, 4 Marzo 2014 - [visualizza i contributi>>](#)

BELLARIA, 6 Maggio 2014 - [visualizza i contributi>>](#)

BOLOGNA, 25 Giugno 2014 - [visualizza i contributi>>](#)

ROMA, 30 Settembre 2014 - [visualizza i contributi>>](#)

MILANO, 4 Novembre 2014 - [visualizza i contributi>>](#)

UDINE, 6 Febbraio 2015 - [visualizza i contributi>>](#)

Convegni 2015 - 2016

Tecnologie e progetti per costruire nel costruito



TORINO, 19 Febbraio 2015 - [visualizza i contributi>>](#)

VENEZIA, 6 Marzo 2015 - [visualizza i contributi>>](#)

MODENA, 22 Aprile 2015 - [visualizza i contributi>>](#)

VICENZA, 22 Maggio 2015 - [visualizza i contributi>>](#)

COMO, 9 Ottobre 2015 - [visualizza i contributi>>](#)

NAPOLI, 27 Gennaio 2016 - [visualizza i contributi>>](#)

PADOVA, 19 Febbraio 2016 - [visualizza i contributi>>](#)

Convegni

Interrogazione cronologica
Interrogazione per autore
Interrogazione per argomento

Strumenti

Casi studio
Linee guida BIM
Risultati della ricerca

Chi Siamo

Aster - Rete Alta Tecnologia E-R
TekneHub - Tecnopolo di Ferrara
DIAPReM - Università degli Studi di Ferrara

Roma, 30 Settembre 2014

La riqualificazione del patrimonio edilizio come volano per la ripresa


[Scarica il programma della giornata >>](#)

Sessione mattutina 9.00 - 11.30

ore 9.00 **INTRODUZIONE AL TEMA**

Arturo Livio Sacchi, *Presidente dell' Ordine degli Architetti, P. P. e C. di Roma e Provincia*

Marcello Balzani, *Responsabile Scientifico TekneHub, Piattaforma Costruzioni Rete Alta Tecnologia Emilia-Romagna*

INTERVENTI

ore 9.20 | **Smart Swap Building: un progetto strategico di Aster per riqualificare l'esistente**

Francesco Paolo Ausiello, *Responsabile Progetti Strategici Aster*

[>> download PDF \(10 versioni\)](#)

ore 09.50 | **RIUSO_03 – La rigenerazione sostenibile della città**

Alessandro Marata, *Consigliere Nazionale CNAPPC – Presidente Dipartimento Ambiente e Sostenibilità*

[>> download PDF \(4 versioni\)](#)

ore 10.10 | **La pompa di calore applicata alla climatizzazione e alla produzione di acqua calda. Risparmio energetico e la riduzione delle emissioni di CO2**

Claudia Calabrese, *Mitsubishi Electric Europe – Climatizzazione*

[>> download PDF \(6 versioni\)](#)

ore 10.40 | **Controllo e supervisione per risparmiare energia**

Cristian Ratti, *Bticino*

[>> download PDF](#)

ore 11.00 | **Le risorse economiche per riqualificare. Troviamole con nuovi Strumenti Finanziari**

Andrea Ceoletta, *Harley & Dickinson*

[>> download PDF \(8 versioni\)](#)

Tavola rotonda 11.30 - 13.00

Sessione pomeridiana 14.30 - 17.30

CON IL PATROCINIO DI



IN COLLABORAZIONE CON



REALIZZATO CON IL CONTRIBUTO DI



Convegni

Interrogazione cronologica
Interrogazione per autore
Interrogazione per argomento

Strumenti

Casi studio
Linee guida BIM
Risultati della ricerca

Chi Siamo

Aster - Rete Alta Tecnologia E-R
TekneHub - Tecnopolo di Ferrara
DIAPReM - Università degli Studi di Ferrara

I relatori dei convegni Smart Swap Building

A B C D E F G H I L M N O P Q R S T U V Z



**Bagnoli
Teresa**

*Coordinatore Piattaforma Costruzioni,
Aster, Rete Alta Tecnologia Emilia-Romagna*

[leggi i contributi >>](#)

**Baietto
Armando**

Consigliere Fondazione OAT

[leggi i contributi >>](#)

**Ballanti
Cristian**

Cooperativa Edificatrice Ansaloni s.c.

[leggi i contributi >>](#)

**Ballardini
Alberto**

*Project Manager Habitech, Distretto
Tecnologico Trentino per l'Energia e l'Ambiente*

[leggi i contributi >>](#)

**Balzani
Marcello**

*Responsabile Scientifico TekneHub,
Tecnopolo Università di Ferrara*

[leggi i contributi >>](#)

**Barbiero
Lucio**

*Coordinatore dei quattro Collegi dei Geometri,
Regione Friuli Venezia Giulia*

[leggi i contributi >>](#)

**Baretich
Franco**

*Segretario Commissione Energia
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Milano*

[leggi i contributi >>](#)

**Baricchi
Walter**

*Presidente Ordine degli Architetti, P. P. e C.
della Provincia di Reggio Emilia*

[leggi i contributi >>](#)

**Barosso
Franco**

*Coordinatore Commissione Energia
e Impianti F.I.O.P.A.*

[leggi i contributi >>](#)

**Barra
Ivan**

Etea Sicurezza

[leggi i contributi >>](#)

**Basso
Marco**

*Consigliere Collegio dei Periti Industriali
e dei Periti Industriali Laureati AL – AT – TO*

[leggi i contributi >>](#)

**Benato
Pierluigi**

*Vice Presidente Federazione Interregionale degli
Architetti P.P.C. del Piemonte e Valle d'Aosta*

[leggi i contributi >>](#)

**Berizzi
Mirko**

Direzione Tecnica Vanoncini

[leggi i contributi >>](#)

**Boeri
Andrea**

*Dipartimento di Architettura,
Università di Bologna*

[leggi i contributi >>](#)



Convegni

Interrogazione cronologica
Interrogazione per autore
Interrogazione per argomento

Strumenti

Casi studio
Linee guida BIM
Risultati della ricerca

Chi Siamo

Aster - Rete Alta Tecnologia E-R
TekneHub - Tecnopolo di Ferrara
DIAPReM - Università degli Studi di Ferrara

I relatori dei convegni Smart Swap Building



Marcello Balzani

*Responsabile Scientifico TekneHub, Tecnopolo Università di Ferrara,
Piattaforma Costruzioni Rete Alta Tecnologia Emilia-Romagna*

Architetto (5 agosto 1962), Dottore di Ricerca, dal 2005 è Professore Associato presso il Dipartimento di Architettura dell'Università di Ferrara. Dal 2006 è Direttore del Centro Dipartimentale DIAPReM, Centro per lo Sviluppo di Procedure Automatiche Integrate per il Restauro dei Monumenti che ha fondato. È responsabile scientifico di alcune decine di progetti di ricerca nazionali e internazionali che coinvolgono la sua attività in diverse aree archeologiche (Pompei, Benevento, Roma) in contesti monumentali (Pisa in piazza dei Miracoli, Michelangelo a Firenze, Leon Battista Alberti a Mantova, Ferrara, Firenze e Rimini e all'estero Malta, Messico, Egitto, Brasile e India). Ha realizzato piani-progetti del colore, di recupero e riqualificazione urbana in diversi centri storici italiani. Dal marzo 2010 è Responsabile Scientifico del Laboratorio TekneHub (www.teknehub.it) del Tecnopolo dell'Università di Ferrara afferente alla Piattaforma Costruzioni Rete Alta Tecnologia Emilia-Romagna e dall'ottobre 2010 Responsabile Scientifico della Piattaforma Costruzioni e in questo ruolo è fortemente coinvolto nella struttura di ricerca che opera nel territorio emiliano colpito dal sisma del maggio 2012. Partecipa attivamente alla definizione delle S3 Smart Specialization Strategy, le priorità tecnologiche nel settore Costruzioni in Emilia-Romagna, sviluppate con il coordinamento di Aster e la Piattaforma Costruzioni. È Vice-Direttore del Dipartimento di Architettura dell'Università di Ferrara e membro dell'ICOMOS e della Focus Area Cultural Heritage, Horizontal Issue "Archaeology", del European Construction Technology Platform.

▶ **PADOVA, 19 Febbraio 2016**

▶ **NAPOLI, 27 Gennaio 2016**

▶ **COMO, 9 Ottobre 2015**

▶ **VICENZA, 22 Maggio 2015**

▶ **MODENA, 22 Aprile 2015**

▶ **VENEZIA, 6 Marzo 2015**

▶ **TORINO, 19 Febbraio 2015**

moderatore

Smart Swap Building: Strategie per riqualificare l'esistente

>> download PDF (3 versioni)

▶ **UDINE, 6 Febbraio 2015**

▶ **MILANO, 4 Novembre 2014**

▶ **ROMA, 30 Settembre 2014**

▶ **BOLOGNA, 25 Giugno 2014**

▶ **BELLARIA, 6 Maggio 2014**

▶ **REGGIO EMILIA, 4 Marzo 2014**

▶ **TORINO, 4 Febbraio 2014**

Convegni

Interrogazione cronologica
Interrogazione per autore
Interrogazione per argomento

Strumenti

Casi studio
Linee guida BIM
Risultati della ricerca

Chi Siamo

Aster - Rete Alta Tecnologia E-R
TekneHub - Tecnopolo di Ferrara
DIAPReM - Università degli Studi di Ferrara

Gli argomenti dei convegni Smart Swap Building

Amministrato di condominio

Cantieri e sicurezza

Economia e finanza

Innovazione di processo

Smart Swap Building: un progetto strategico di Aster per riqualificare l'esistente

Francesco Paolo Ausiello, *Responsabile Progetti Strategici Aster*

[>> download PDF](#) (10 versioni)

Smart Swap Building: Strategie per riqualificare l'esistente

Marcello Balzani, *Responsabile Scientifico TekneHub, Piattaforma Costruzioni Rete Alta Tecnologia Emilia-Romagna*

[>> download PDF](#) (3 versioni)

RIUSO_03 – La rigenerazione sostenibile della città

Alessandro Marata, *Consigliere Nazionale CNAPPC – Presidente Dipartimento Ambiente e Sostenibilità*

[>> download PDF](#) (4 versioni)

RIUSO_04 – La rigenerazione sostenibile della città

Alessandro Marata, *Consigliere Nazionale CNAPPC – Presidente Dipartimento Ambiente e Sostenibilità*

[>> download PDF](#)

Le risorse economiche per riqualificare. Troviamole con nuovi Strumenti Finanziari

Andrea Ceoletta, *Harley & Dickinson*

[>> download PDF](#) (8 versioni)

Costruire sul costruito: il progetto EPOurban come catalizzatore ed iniziatore di un cambiamento

Sara Veronesi, *EPOurban Central Europe Project Manager*

[>> download PDF](#)

Processi e progetti di rigenerazione del Lungomare di Rimini

Filippo Boschi, *Consulente del Piano Strategico, Comune di Rimini*

[>> download PDF](#)

L'importanza della rigenerazione urbana per il rilancio dell'industria delle costruzioni e lo sviluppo del comparto immobiliare

Paola Marone, *Vice Presidente Ordine degli Ingegneri della Provincia di Napoli*

Vincenzo Landi, *Coordinatore Commissione Mercato Immobiliare Ordine degli Ingegneri della Provincia di Napoli*

[>> download PDF](#)

Progettazione architettonica

Progettazione impiantistica

Progettazione strutturale

Riqualificazione urbana

Ristrutturazione e retrofit

Strumenti informativo-rappresentativi

Convegni

Interrogazione cronologica
Interrogazione per autore
Interrogazione per argomento

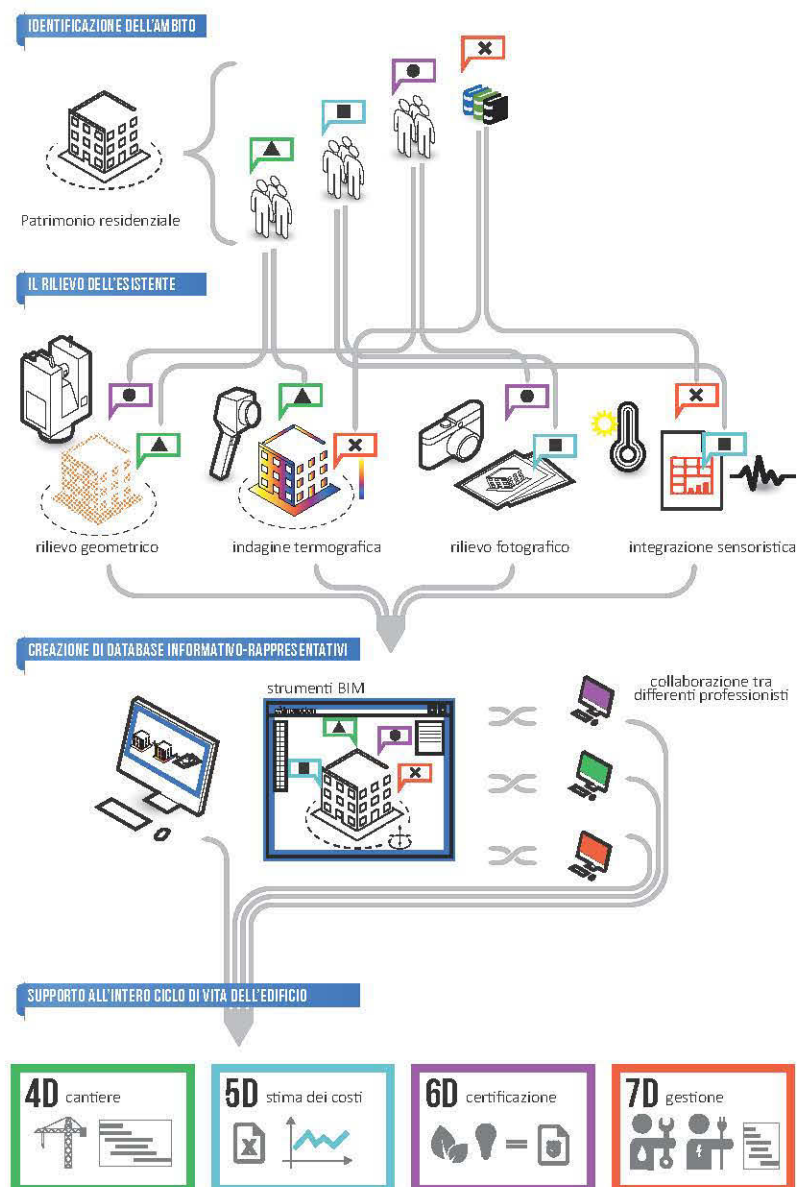
Strumenti

Casi studio
Linee guida BIM
Risultati della ricerca

Chi Siamo

Aster - Rete Alta Tecnologia E-R
TekneHub - Tecnopolo di Ferrara
DIAPREM - Università degli Studi di Ferrara

Linee guida BIM



Il progetto strategico *Smart Swap Building* promuove la digitalizzazione del processo edilizio di riqualificazione e incentiva l'utilizzo di strumenti informativo-rappresentativi avanzati.

Tali strumenti infatti permettono non solo di condurre in modo trasparente le fasi progettuali al fine di realizzare elaborati tradizionali corretti, ma si estende all'intero processo edilizio, mettendo in relazione elementi compositivi, tecnologici e strutturali con le fasi di costruzione e cantiere (BIM 4D), stima dei costi (BIM 5D), certificazione (BIM 6D) e gestione del ciclo di vita (BIM 7D + CAFM). Lo strumento rappresentativo è ormai parte integrante del processo progettuale e, poiché le innovazioni produttive sono sempre collegate ai processi edilizi, dalla progettazione, al cantiere, fino alla gestione, diviene anch'esso elemento da valutare per definire la qualità progettuale ed effettuare ragionamenti sulla sostenibilità dell'opera ben più consapevoli ed approfonditi.

L'impiego dei software di tipologia BIM dovrà essere adottato per la gestione dell'intero processo del progetto *Smart Swap Building*. Aster e il gruppo di lavoro *Smart Swap Building* riconoscono la notevole complessità di processo in tutte le sue fasi e pertanto individuano la necessità di stabilire delle linee guide per la gestione digitale di tutte le fasi: dove possibile sono quindi stati definiti i requisiti e i livelli di sviluppo del modello.


SFOGLIA VERSIONE ONLINE


SCARICA LE LINEE GUIDA
(.PDF)

Convegni

Interrogazione cronologica
Interrogazione per autore
Interrogazione per argomento

Strumenti

Casi studio
Linee guida BIM
Risultati della ricerca

Chi Siamo

Aster - Rete Alta Tecnologia E-R
TekneHub - Tecnopolo di Ferrara
DIAPReM - Università degli Studi di Ferrara

Linee guida BIM - versione online

SOFTWARE STANDARD

Allo stato attuale esistono molteplici applicazioni di tipo BIM utilizzate in differenti momenti del processo edilizio. All'interno di ogni ambiente software spesso sono messi a disposizione strumenti di condivisione dei modelli tridimensionali informativi specifici. L'utilizzo di standard proprietari, quando possibile tra differenti attori, non è di certo deprecata ma la presente linea guida incentiva lo standard IFC, con particolare riferimento alla versione 4, come formato di interscambio. Sarà quindi cura della compagine degli attori operanti nel processo edilizio, con particolare riferimento al BIM Manager, il coordinamento e la verifica dell'adozione di software certificati secondo lo standard del consorzio buildingSMART.

PROPRIETÀ DEL MODELLO

La proprietà del modello, in qualità di opera di ingegno, appartiene alle figure professionali che lo realizzano fino alla cessione del diritto di proprietà secondo contratto. Anche in fase di condivisione del lavoro ogni oggetto creato nel modello BIM contiene i dati dell'utente che l'ha creato e di quelli che l'hanno modificato, rendendo chiara l'attribuzione della proprietà di quella porzione del modello. È necessario però prevedere una cessione dei diritti di proprietà in sede di piano di implementazione BIM, mediante regolare contratto e dietro corrispettivo economico, al fine di trasferire i dati dell'edificio insieme allo stesso alla conclusione del percorso realizzativo affinché vengano utilizzati per la gestione, la manutenzione ordinaria e straordinaria.

RUOLI E RESPONSABILITÀ

In questa sezione sono definiti i ruoli e le responsabilità delle figure chiave coinvolte nell'implementazione degli strumenti BIM nel processo Smart Swap Building. Aster e il laboratorio TekneHub faciliteranno, per quanto possibile, l'individuazione e la formazione delle apposite figure professionali come possibile fase di sviluppo successiva alla presente ricerca.

BIM MANAGER – Il BIM Manager è la figura di coordinamento dell'intero workflow digitale Smart Swap Building. Per formazione professionale deve essere in grado di comprendere e gestire le complessità del processo edilizio così come la sua traduzione a livello informatico negli strumenti BIM. Sebbene non sia necessaria una competenza pratica avanzata è consigliata una buona padronanza complessiva del processo BIM e dei software ausiliari. In generale le responsabilità minime possono essere riconosciute come le seguenti:

- mantenere ed assicurare l'aderenza del flusso di lavoro alle linee guida BIM – Smart Swap Building;
- responsabilità complessiva per l'utilizzo corretto, l'implementazione e la creazione dei contenuti BIM durante la fase di progettazione e costruzione;
- gestire e preservare tutti i contenuti BIM creati;
- coordinare e gestire gli incontri con i tecnici BIM di confronto sulle tematiche operative;
- interfacciarsi con i tecnici informatici per assicurare il corretto funzionamento hardware e software;
- facilitare il corretto uso dei modelli ed assicurare la compilazione di modelli multipli a supporto di differenti utilizzi;
- gestire il processo di coordinamento e predisporre report per l'identificazione e/o la risoluzione di conflitti hardware e software;
- facilitare l'esportazione e l'estrazione dati dal modello BIM come richiesto da specifici utilizzi;
- assicurare la corretta consegna del modello nelle varie fasi nel pieno rispetto della compatibilità;
- coordinare eventuali ed opportuni momenti di formazione se richiesti.

COORDINATORI DISCIPLINARI – I coordinatori disciplinari hanno il ruolo di gestire i tecnici BIM all'interno di una specifica disciplina. Le figure professionali in questo ruolo dovranno possedere una necessaria esperienza di consolidato utilizzo di strumenti BIM oltre ad una competenza specifica nella disciplina. In generale le responsabilità minime possono essere riconosciute come le seguenti:

- coordinare tutte le discipline tecniche e gestire le specifiche attività BIM connesse in coordinamento con il BIM Manager;
- gestire gli altri tecnici BIM nella stessa disciplina;
- coordinare ogni problematica BIM connessa alla disciplina specifica in collaborazione con il team disciplinare;
- supportare il team disciplinare nell'utilizzo degli strumenti BIM;
- creare contenuti BIM relativi alla disciplina specifica;
- individuare le interferenze nella specifica disciplina e coordinare le attività di risoluzione;
- esportare il modello per l'identificazione interdisciplinare delle interferenze;
- coordinare seminari specifici di formazione BIM in accordo con il BIM Manager.

[Prosegui >>](#)

Convegni

Interrogazione cronologica
Interrogazione per autore
Interrogazione per argomento

Strumenti

Casi studio
Linee guida BIM
Risultati della ricerca

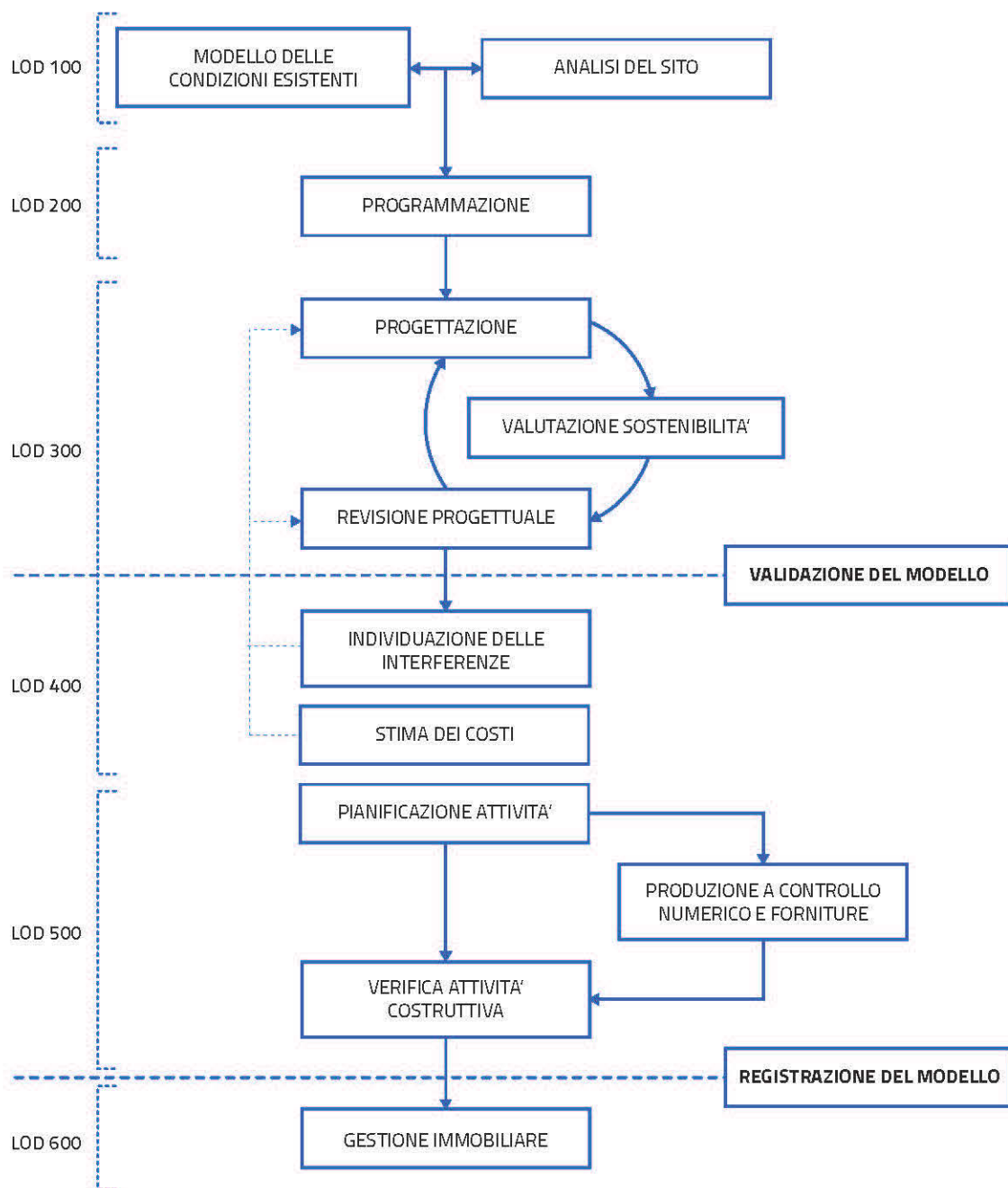
Chi Siamo

Aster – Rete Alta Tecnologia E-R
TekneHub – Tecnopolo di Ferrara
DIAPReM – Università degli Studi di Ferrara

Linee guida BIM - versione online

PIANO DI IMPLEMENTAZIONE BIM

Il Piano di Implementazione BIM è un piano dettagliato che definisce come verrà gestito un progetto e come verrà eseguito, monitorato e controllato in riferimento agli strumenti di Building Information Modeling. È richiesto che il Piano di Implementazione sia sviluppato per fornire le principali informazioni sulla gestione dei dati, sull'assegnazione dei ruoli e delle responsabilità per la creazione del modello e per l'integrazione dei dati durante lo svolgimento. Il Piano dovrà essere comprensivo della spiegazione dell'approccio collaborativo nel coinvolgimento di tutti gli attori. Nel processo collaborativo potrà anche essere incluso l'accordo tra gli attori sul Livello di Sviluppo (LOD) in tutte le fasi del processo edilizio in relazione agli obiettivi e agli elaborati necessari.



Convegni

Interrogazione cronologica
Interrogazione per autore
Interrogazione per argomento

Strumenti

Casi studio
Linee guida BIM
Risultati della ricerca

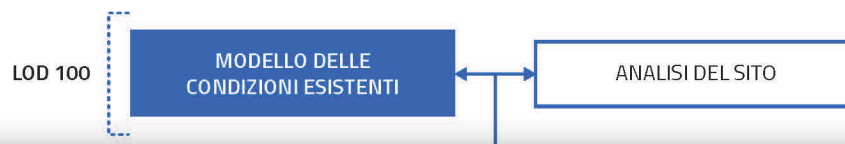
Chi Siamo

Aster - Rete Alta Tecnologia E-R
TekneHub - Tecnopolo di Ferrara
DIAPReM - Università degli Studi di Ferrara

Linee guida BIM - versione online

PIANO DI IMPLEMENTAZIONE BIM

Il Piano di Implementazione BIM è un piano dettagliato che definisce come verrà gestito un progetto e come verrà eseguito, monitorato e controllato in riferimento agli strumenti di Building Information Modeling. È richiesto che il Piano di Implementazione sia sviluppato per fornire le principali informazioni sulla gestione dei dati, sull'assegnazione dei ruoli e delle responsabilità per la creazione del modello e per l'integrazione dei dati durante lo svolgimento. Il Piano dovrà essere comprensivo della spiegazione dell'approccio collaborativo nel coinvolgimento di tutti gli attori. Nel processo collaborativo potrà anche essere incluso l'accordo tra gli attori sul Livello di Sviluppo (LOD) in tutte le fasi del processo edilizio in relazione agli obiettivi e agli elaborati necessari.



MODELLO DELLE CONDIZIONI ESISTENTI

Fase preliminare alla progettazione, è il processo attraverso il quale il team di lavoro sviluppa il modello tridimensionale delle condizioni esistenti degli edifici. Questo modello può essere sviluppato attraverso differenti metodologie di rilievo in relazione alle condizioni effettive e all'efficienza del processo. Una volta costruito il modello morfologico, questo può essere arricchito con ulteriori informazioni provenienti da indagini aggiuntive. Il valore del modello esistente si misura sui seguenti aspetti:

- correttezza della documentazione della condizione esistente;
- garanzia di efficienza ed accuratezza nel rilievo integrato;
- elemento di dialogo e confronto in fase progettuale;
- ausilio alla visualizzazione tridimensionale.

Particolare attenzione va riservata all'utilizzo delle procedure di rilievo basate su strumentazione laser scanner e fotogrammetriche con estrazione di nuvola di punti. Parallelamente all'impiego di metodologie ad alta densità informativa è necessario associare una specifica capacità di gestione del dato digitale per l'importazione in software BIM. Sebbene ormai la maggior parte dei principali software BIM ad uso architettonico siano predisposti, mediante differenti sistemi, ad accogliere la nuvola di punti, questa trova diversi ostacoli nella traduzione in formato di interscambio IFC. Pertanto, soprattutto in riferimento ai casi ed ai modelli più complessi, è necessario di considerare la possibilità di designare un coordinatore disciplinare per questa fase specifica.

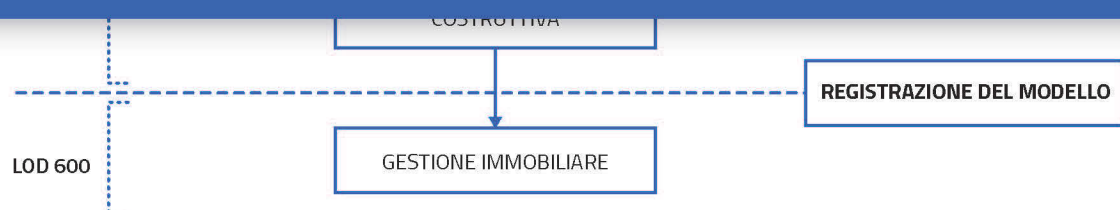
Vedi i casi applicativi che hanno affrontato l'aspetto



Condominio Quadrifoglio

tipologia: Edificio residenziale a torre
luogo: Milano Marittima, Cervia (RA)

stato conservativo: Buono stato manutentivo. Necessità di verifica strutturale e riqualificazione energetica.
tipologia di proprietà: Multifamily – seconda casa



Convegni

Interrogazione cronologica
Interrogazione per autore
Interrogazione per argomento

Strumenti

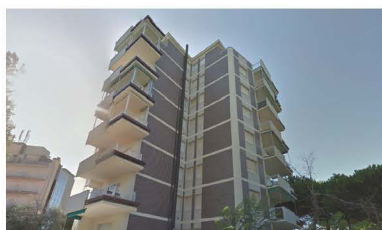
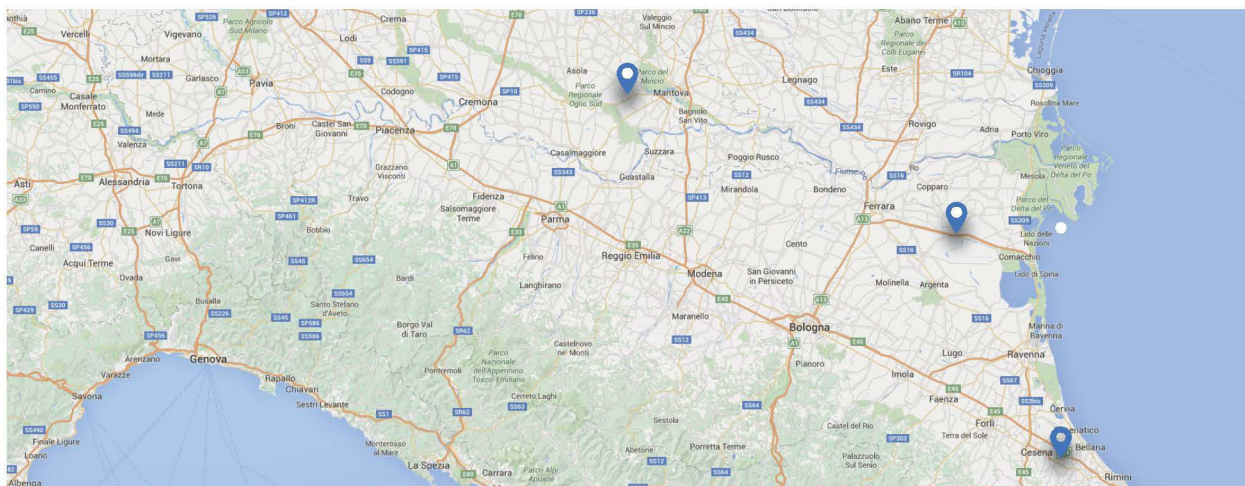
Casi studio
Linee guida BIM
Risultati della ricerca

Chi Siamo

Aster – Rete Alta Tecnologia E-R
TekneHub – Tecnopolo di Ferrara
DIAPReM – Università degli Studi di Ferrara

Casi applicativi

I casi applicativi sono destinati alla validazione delle linee guida mediante l'applicazione di tutto l'iter procedurale definito. La ciclicità del processo edilizio coinvolge una innumerevole quantità di professionisti: tale concetto è tradotto nella pratica professionale di utilizzo di strumenti BIM con il concetto di authoring. Ogni professionista contribuisce alla creazione della porzione di modello di propria competenza, operando su strumenti software dedicati e compatibili con lo standard comune di lavoro, al fine di sommare le differenti porzioni di modello complessivo, definito federated model, rappresentativo del manufatto edilizio nella sua complessità. Di seguito sono riportati alcuni casi applicativi, già svolti o in fase di svolgimento, in accordo con il processo *Smart Swap Building*.



Condominio Quadrifoglio

tipologia: Edificio residenziale a torre
luogo: Milano Marittima, Cervia (RA)

stato conservativo: Buono stato manutentivo. Necessità di verifica strutturale e riqualificazione energetica.
tipologia di proprietà: Multifamily – seconda casa

[Vai al caso applicativo >>](#)



Quartiere San Rocco

tipologia: Edificio residenziale a torre
luogo: Quartiere San Rocco, Faenza (RA)

stato conservativo: Edifici di nuova realizzazione e di buona qualità. Buono stato manutentivo.
tipologia di proprietà: Multifamily – prima casa

[Vai al caso applicativo >>](#)



Quartiere Compagnoni Fenulli

tipologia: Edificio residenziale a torre
luogo: Milano Marittima, Cervia (RA)

stato conservativo: Buono stato manutentivo. Necessità di verifica strutturale e riqualificazione energetica.
tipologia di proprietà: Multifamily – seconda casa

[Vai al caso applicativo >>](#)

Convegni

Interrogazione cronologica
Interrogazione per autore
Interrogazione per argomento

Strumenti

Casi studio
Linee guida BIM
Risultati della ricerca

Chi Siamo

Aster - Rete Alta Tecnologia E-R
TekneHub - Tecnopolo di Ferrara
DIAPReM - Università degli Studi di Ferrara

PARTE QUINTA CONCLUSIONI

CAPITOLO 9

Conclusioni e sviluppi futuri

9.1 Risultati raggiunti e impatto della ricerca	239
9.2 Sviluppi futuri: definizione della portabilità dei risultati	240

9.1 Risultati raggiunti e impatto della ricerca

Dalla ricerca condotta emerge chiaramente come l'ambito della rappresentazione digitale dell'architettura rappresenti un segmento che, negli ultimi anni, ha integrato importanti avanzamenti rispetto alle Tecnologie di Informazione e Comunicazione ICT, divenendo un settore di frontiera rispetto a differenti ambiti disciplinari. La componente informativa, collegata alla natura geometrica del settore rappresentativo, apre scenari dinamici di gestione delle informazioni sull'intero processo edilizio.

La vasta presenza di strumenti digitali, dal rilievo alla gestione, per passare attraverso le fasi di progettazione e realizzazione, non è però ancora sinonimo di processo trasparente. Da un lato, in linea con i casi studio di innovazione analizzati, è possibile affermare come, a livello globale, le innovazioni tecnologico-energetiche così come le strategie di progettazione dinamico-comportamentale rivolte ad un comfort abitativo migliorato, siano basate sulla digitalizzazione delle informazioni al fine di garantire una maggiore certezza previsionale in dipendenza di una consapevolezza accresciuta. Intervenire sul costruito, poi, richiede un'attenzione ancora maggiore rispetto alle fasi di indagine preventiva e, di conseguenza, alla capacità di trasferire le informazioni a tutte le figure operanti in quello specifico ambito. Dall'altro lato infatti, come emerge dalla trattazione e più specificamente dai casi applicativi, le procedure trasparenti di comunicazione non si possano ancora dire pienamente raggiunte: l'impiego degli attuali standard di scambio dati non permette ancora, infatti, di avvalersi della totalità degli avanzamenti tecnologici ICT.

Al tempo stesso il ritmo di sviluppo dell'ambito è promettente ed è plausibile aspettarsi significativi avanzamenti nel breve periodo. In questo si delinea chiaramente un principio imprescindibile: l'impiego non solo di formati file di interscambio, ma di procedure normate e standardizzate di collaborazione, definite in questa sede mediante le linee guida e che possono in buona parte già risolvere le lacune rilevate, è elemento cardine della trasparenza del processo edilizio.

Rispetto allo scenario professionale nazionale, sia in virtù delle più recenti evoluzioni normative che in relazione all'allineamento con gli standard internazionali, è ragionevole ipotizzare, nel breve periodo, un rilevante impiego di strumenti di Building Information Modeling che, in tale ricerca, può trovare elemento di confronto. La significativa frammentazione del mercato si pone però come possibile criticità: si è dimostrato infatti, osservando la misurazione dei benefici di tali strumenti dove maggiormente diffusi, come si arrivi ad ottimizzare il risultato solo nella definizione di una filiera omogenea. Se l'adozione di strumenti di *authoring* può avere ricadute positive anche all'interno di una filiera circoscritta, automatizzando la produzione di un numero elevato di elaborati tecnici, la necessità di effettuare investimenti anche in ambito di strumenti che facilitino la condivisione delle informazioni (*processing*), in termini di primo acquisto ma soprattutto gestione di una infrastruttura digitale complessa, può avere una ricaduta a livello di scelta di pacchetti proprietari. La disponibilità di strumenti *cloud* offerti dalle singole *software house* vincolerebbe di conseguenza ad uno standard proprietario a discapito della trasparenza di processo.

La definizione di una cultura di aggiornamento continuo rispetto alle innovazioni, così come l'invito a privilegiare standard aperti rispetto a formati proprietari, è quanto si è cercato di realizzare mediante le strategie di divulgazione e attraverso il portale per la condivisione delle informazioni. All'interno di tale scenario è pertanto possibile affermare come, alla luce dei risultati, si possano ritenere raggiunti gli obiettivi del progetto (*internal validity*).

9.2 Sviluppi futuri: definizione della portabilità dei risultati

Per quanto concerne l'ambito degli sviluppi futuri, si ritiene di particolare interesse affrontare il tema della portabilità dei risultati. Durante lo sviluppo della presente ricerca è stato infatti possibile avviare ulteriori percorsi settoriali, così come contribuire, in particolar modo rispetto alle competenze specifiche strutturate nell'ambito dei casi applicativi, a ricerche già avviate. Tra questi si segnalano, rispetto a specifici ambiti, le seguenti esperienze di portabilità dei risultati:

- creazione di modelli BIM sulla base di database a nuvola di punti, sul patrimonio edilizio storico, nell'ambito del progetto INCEPTION, Inclusive Cultural Heritage in Europe through 3D semantic modelling, coordinato dal Dipartimento di Architettura dell'Università di Ferrara e finanziato all'interno del programma H2020;
- analisi degli standard IFC e dell'interoperabilità software, nell'ambito dello stesso progetto;
- indagine tra strumenti di *authoring* e sistemi di *reviewing*, nel rapporto tra ambito architettonico e impiantistico, nell'ambito di un progetto presentato da una PMI per progetti di ricerca e sviluppo delle imprese, programma Por Fesr 2014-2020, Asse 1;
- metodi e procedure per l'impiego del BIM nelle fasi di bando (per progettazione e costruzione) e gestione di Edifici Residenziali Sociali, in fase stesura di proposta progettuale, in collaborazione con una partnership allargata a livello europeo, in ambito di finanziamenti comunitari.

Rispetto a tali esperienze è quindi già possibile affermare l'estesa validità degli strumenti specifici della presente ricerca (*external validity*).

È inoltre importante sottolineare come la presente trattazione apra ulteriori ambiti di indagine rispetto ai temi di processo affrontati in ambito rappresentativo:

- necessità di verificare in maniera più approfondita, in ambito di ricerca multidisciplinare, il rapporto di interoperabilità tra differenti sistemi di *authoring*;
- necessità di collaborare con *software house* qualificate nei confronti dei temi di formati standard per accrescere la trasparenza di processo.

La riforma del Codice dei Appalti, attualmente in via di definizione in termini di tempi e metodi, che definirà l'adozione degli strumenti di Building Information Modeling per le opere pubbliche, configura ulteriori possibilità di sviluppi futuri: come si comprende dalla trattazione, in ambito di lavori pubblici, il vero elemento a garanzia di qualità, tempi e costi, non risiede nello sforzo dei professionisti di implementare tali strumenti nel proprio flusso di lavoro, ma nella possibilità di dialogo qualitativo tra Pubblica Amministrazione e attori della filiera. La traduzione infatti dei requisiti dell'opera in specifici *rulesets*, da eseguire sui modelli BIM resi obbligatori, permette di garantire una maggiore trasparenza del processo così come fornisce più chiari strumenti di valutazione rispetto a tematiche specifiche, a tutela della collettività.

In conclusione, va evidenziato come risultati e sviluppi futuri siano stati definiti in relazione alla tematica disciplinare della trattazione: nei confronti dell'intero processo *Smart Swap Building* si andrebbero a configurare altrettante possibilità di sviluppo per ogni singolo ambito tangente la trattazione. La già dichiarata complessità del progetto sul costruito impone pertanto, nello sviluppo futuro del presente argomento di ricerca, così come di indagini analoghe, una sempre crescente attenzione all'interdisciplinarietà, in linea con le traiettorie di sviluppo indicate a livello comunitario, così come alle tematiche del trasferimento tecnologico, al fine di trasformare in innovazione diffusa esperienze di ricerca puntuali.

RIFERIMENTI E INDICAZIONI ALLA LETTURA

Lista degli acronimi

API - Application Programming Interface
 B-rep - Boundary Representation
 BAS - Building Automation Systems
 BIM - Building Information Modeling
 BIM FM - Building Information Modeling per il Facility Management
 bSDD - buildingSMART Data Dictionary
 CAD - Computer Aided Design
 CAFM - Computer Aided Facility Management
 CGI - Computer-Generated Imagery
 CMMS - Computerized Maintenance Management System
 CMS - Content Management System
 CMYK - Cyan Magenta Yellow Key black (metodo colore)
 COBie - Construction Operations Building Information Exchange
 DB - Database
 DMS - Data Management System
 ERP - Edilizia Residenziale Pubblica
 ERS - Edilizia Residenziale Sociale
 GDL - Geometric Description Language
 GDP - Gross Domestic Product (Prodotto Interno Lordo)
 GIS - Geographic Information System
 GPS - Global Positioning System
 GUI - Graphic User Interface
 HTML - HyperText Markup Language
 HTN E-R - High Technology Network (Rete Alta Tecnologia) Emilia-Romagna
 ICT - Information and Communications Technology
 IFC - Industry Foundation Classes (formato standard BIM di interscambio)
 IT - Information Technology
 LOD - Level of Development (occasionalmente Level of Detail)
 LOI - Level of Information
 OSArc - Open Source Architecture
 P-set - Property set (insieme di proprietà di un oggetto IFC)
 PER - Piano Energetico Regionale (Emilia-Romagna)
 PHP - Hypertext Preprocessor
 PIL - Prodotto Interno Lordo (Gross Domestic Product)
 PMI - Piccola Media Impresa
 RGB - Red Green Blue (metodo colore)
 ROI - Return on Investment (ritorno di investimento)
 S3 - Smart Specialization Strategy (Emilia-Romagna)
 SGR - Società di Gestione del Risparmio
 SIT - Sistema Informativo Territoriale
 SME - Small Medium Enterprise
 W3C - World Wide Web Consortium
 WGS - World Geodetic System
 WP - WordPress

Indice di immagini, grafici e tabelle

CAPITOLO 1

Presentazione della ricerca

Fig. 1.1 - Schema metodologico della ricerca con suddivisione per capitoli (nella pagina a fianco)- elaborazione originale	22
--	----

CAPITOLO 2

Inquadramento dello scenario di riferimento della filiera costruzioni

Fig. 2.1 - Rapporto tra PIL ed attività del settore costruzioni su scala europea, elaborato in proiezione sulla base dei dati 2014 – rielaborazione su fonte Euroconstruct.org	33
Fig. 2.2 - Sviluppo del mercato delle costruzioni nei differenti paesi europei – rielaborazione su fonte Euroconstruct.org	34
Fig. 2.3 - Sviluppo del mercato delle costruzioni nei differenti paesi europei per settori espresso in percentuali di crescita in termini reali – rielaborazione su fonte Euroconstruct.org	34
Fig. 2.4 – Principali investimenti a livello globale in ambito di politiche sostenibili - settore a percentuale di investimento in ambito di politiche sostenibili– rielaborazione su fonte Euroconstruct.org	36
Fig. 2.5 – Variazione percentuale in quantità del PIL rispetto allo stesso periodo dell’anno precedente – rielaborazione su fonte Ance e base dati Istat	37
Fig. 2.6 - Effetti sull’economia nazionale di un aumento di domanda di costruzioni di 1mld di Euro – rielaborazione su fonte Ance e base dati Istat	38
Fig. 2.7 – La riduzione dell’occupazione nel settore costruzioni dall’inizio della crisi – rielaborazione su fonte Ance e base dati Istat	38
Fig. 2.8 - Valore aggiunto settore Costruzioni a livello nazionale e Totale economia (numero indice con base 100 al 2000, valori concatenati riferimento 2005) – rielaborazione su base dati Istat	39
Fig. 2.9 – Storico della costruzione di nuove abitazioni ed ampliamenti 1935-2014 – rielaborazione su fonte Ance e base dati Istat	39
Fig. 2.10 - Investimenti nel settore costruzioni per comparto in riferimento all’anno 2015 – rielaborazione su fonte Ance e base dati Istat	40
Fig. 2.11 – Compravendite di unità immobiliari ad uso abitativo in Italia – rielaborazione su fonte Ance e base dati Agenzia delle Entrate	40
Fig. 2.12 - Settore Costruzioni e Totale Economia: valore aggiunto per livello territoriale (numero indice con base 100 al 2000, prezzi correnti) – rielaborazione su base dati Istat	41
Fig. 2.13 - Emilia-Romagna e Italia: valore aggiunto Settore Costruzioni e Totale Economia (numero indice con base 100 al 2000, valori concatenati riferimento 2005) – rielaborazione su fonte Ance e base dati Istat	42
Fig. 2.14 - La cementificazione del suolo italiano: evoluzione storica e situazione attuale - elaborazione su fonte Ispra	43
Fig. 2.15 – Rapporto tra obsolescenza dell’edilizia residenziale e incidenza sul consumo energetico nazionale – rielaborazione su fonte Cnipa e Censis	44
Fig. 2.16 – Edifici residenziali in pessimo stato di conservazione per epoca di costruzione e ripartizione geografica – rielaborazione su base dati Istat	44
Fig. 2.17 – Esemplificazione del rapporto tra driver di innovazione della filiera costruzioni ed indicatori di misurazione della loro ricaduta in termini sociali, ambientali ed energetici.	49

CAPITOLO 3

Stato dell’arte della rappresentazione digitale integrata del processo edilizio

Fig. 3.1 – Rappresentazione grafica delle “dimensioni” del processo edilizio che è possibile gestire attraverso l’implementazione di strumenti e metodi di tipologia BIM - rielaborazione grafica originale	56
Fig. 3.2 – Schematizzazione del rapporto tra la capacità del Building Information Modeling di gestire differenti dimensioni del processo edilizio e livello di collaborazione richiesta tra gli attori della filiera – rielaborazione su dati RICS Royal Institute Chartered Surveyors	57
Fig. 3.3 – La ricerca sui modelli collaborativi per il processo edilizio: attuale incidenza dei livelli di collaborazione del BIM nella pratica professionale e nel trasferimento tecnologico verso l’ambito professionale - rielaborazione originale	58

Fig. 3.4 – Costruttori che dichiarano un buon livello di Ritorno dell'Investimento (ROI) in ambito BIM – percentuale per paese – rielaborazione grafica su dati McGraw Hill Construction	60
Fig. 3.5 – I primi tre benefici derivanti dell'adozione del BIM secondo i costruttori – rielaborazione grafica su dati McGraw Hill Construction	61
Fig. 3.6 – Impatto del livello di implementazione degli strumenti BIM sulla capacità di beneficiare del Ritorno dell'Investimento – rielaborazione su dati McGraw Hill Construction e Royal Institution of Chartered Surveyors	61
Fig. 3.7 – Schematizzazione della procedura integrata di rilievo tridimensionale e restituzione digitale - elaborazione centro DIAPReM, Dipartimento di Architettura, Università degli Studi di Ferrara	63
Fig. 3.8 – Esempio di traduzione del database a nuvola di punti nel linguaggio di Building Information Modeling - elaborazione centro DIAPReM	64
Fig. 3.9 – Utilizzo di algoritmi di riconoscimento di forme su nuvola di punti in ambito industriale - fonte Trimble	65
Fig. 3.10 – Discretizzazione di modello architettonico in singoli elementi edilizi grazie alla capacità degli strumenti BIM di associare caratteristiche dimensionali e caratteristiche qualitativo-informative - rielaborazione grafica personale su fonti Graphisoft e Archiproductions	66
Fig. 3.11 – Definizione dei LOD - Levels of Development secondo le due principali convenzioni e rapporto con le "dimensioni" del BIM (UK - Regno Unito e US - Stati Uniti) - rielaborazione su fonte Royal Institution of Chartered Surveyors	67
Fig. 3.12 – Esempificazione del LOD: a differenti livelli di sviluppo del modello sono associati differenti caratteri informativi in un rapporto non obbligatoriamente proporzionale - fonte BIM Academy, Northumbria University	68
Fig. 3.13 – Evoluzione tecnologica del BIM in rapporto a capacità rappresentativa e standard di interoperabilità - rielaborazione grafica originale	69
Fig. 3.14 – Concettualizzazione dell'interoperabilità tra strumenti BIM e GIS nell'implementazione del formato Unified Building Model - elaborazione grafica originale	70
Fig. 3.15 – Rapporto tra la produzione del modello BIM e sua implementazione nel Facility Management - rielaborazione grafica su fonte U.S. General Service Administration	71
Fig. 3.16 – Schematizzazione della procedura e della tempistica entrata in vigore della direttiva 2014/24/CE - rielaborazione grafica su fonte VFBS Legal	74
Fig. 3.17 – Normative e strategie per l'adozione del BIM a livello europeo - elaborazione grafica originale	76

CAPITOLO 4

Ipotesi per l'innovazione e la gestione-rappresentazione del processo di riqualificazione del patrimonio residenziale

Fig. 4.1 – Schematizzazione del ciclo di vita di un edificio in relazione alle "dimensioni" degli strumenti BIM - elaborazione originale	82
Fig. 4.2 – Identificazione e suddivisione degli stakeholders in macro-categorie - elaborazione originale	83
Fig. 4.3 – Identificazione sintetica degli indicatori di confronto con gli stakeholder e loro afferenza a driver di innovazione e indicatori identificati nel capitolo precedente - elaborazione originale	84
Fig. 4.4 – Schematizzazione del rapporto tra cicli di vita per i due patrimoni residenziali coinvolti nel progetto Smart Swap Building - elaborazione originale	87
Fig. 4.5 – Schematizzazione degli obiettivi di progetto per i proprietari degli immobili da riqualificare in relazione agli indicatori socio-economici e energetico-ambientali - elaborazione originale	87
Fig. 4.6 – Schematizzazione degli obiettivi di progetto per i costruttori in relazione agli indicatori socio-economici e energetico-ambientali - elaborazione originale	88
Fig. 4.7 – Schematizzazione degli obiettivi di progetto per la pubblica amministrazione in relazione agli indicatori socio-economici e energetico-ambientali - elaborazione originale	89
Fig. 4.8 – Schematizzazione del processo Smart Swap Building in rapporto alle principali fasi del progetto - elaborazione originale	90
Fig. 4.9 – Marchio registrato Smart Swap Building e sua descrizione, nella versione ufficiale depositata, identificante il progetto strategico di Aster - elaborazione originale	93
Fig. 4.10 – Tabella identificante le realtà territoriali coinvolte nel confronto sul processo Smart Swap Building, suddivise rispetto alla tipologia di stakeholder	94
Fig. 4.11 – Tabella riassuntiva delle tematiche di discussione affrontate nei Tavoli Tecnici Smart Swap Building	

svolti.....	94
Fig. 4.12 – Applicazione della metodologia della Value Stream Map sulla schematizzazione del processo Smart Swap Building per l'identificazione delle fasi di scelta, delle fasi critiche e di quelle a valore aggiunto - elaborazione originale	96
Fig. 4.13 – Evoluzione del rapporto progettista-costruttori in relazione ai nuovi modelli di business e alle possibilità aperte dagli strumenti di Building Information Modeling.....	98
Fig. 4.14 – Rapporto piramidale tra fase metodologica di adozione, azioni e penetrazione dei sistemi di Building Information Modeling nella pratica professionale.....	99
Fig. 4.15 – Matrice quadrata di intersezione tra i principali aspetti del BIM e gli ambiti disciplinari relativi agli strumenti informativi digitali - elaborazione originale	102
Fig. 4.16 – Schematizzazione del rapporto tra aspetti informatici ed economici degli strumenti BIM e loro ricaduta - elaborazione originale	102
Fig. 4.17 – Processo di acquisizione dati mediante indagini e rilievi sul costruito e loro aggregazione in modelli di Building Information Modeling per l'utilizzo progettuale e gestionale (nD)	104
Fig. 4.18 – Variazione della logica di condivisione del dato digitale tra gli attori della filiera in seguito all'introduzione di standard codivisi - rielaborazione su fonte buildingSMART	105
Fig. 4.19 – Schematizzazione della struttura del file standard IFC - elaborazione originale	107
Fig. 4.20 – Tabella riassuntiva dei software gratuiti per operare sul formato BIM standard IFC - buildingSMART.org	108
Fig. 4.21 – Schematizzazione del funzionamento del buildingSmart Data Dictionary - bSDD - elaborazione originale	109

CAPITOLO 5

Identificazione delle tecnologie e degli strumenti funzionali all'innovazione di processo

Fig. 5.1 – Filiere di interesse strategico e filiere ad elevato potenziale di crescita identificate dalla Smart Specialization Statergy dell'Emilia-Romagna – rielaborazione su fonte Aster – Rete Alta Tecnologia Emilia-Romagna	116
Fig. 5.2 – Intersezione tra le filiere identificate dalla Smart Specialization Statergy e le tematiche trasversali di integrazione – rielaborazione su fonte Aster – Rete Alta Tecnologia Emilia-Romagna	116
Fig. 5.3 – Traiettorie tecnologiche e obiettivi prioritari per la filiera Edilizia e Costruzioni in base alla Smart Specialization Statergy – rielaborazione su fonte Aster – Rete Alta Tecnologia Emilia-Romagna.....	118
Fig. 5.4 – Ricaduta delle azioni chiave del progetto Smart Swap Building in relazione agli obiettivi prioritari Smart Specialization Statergy per la filiera Edilizia e Costruzioni	119
Fig. 5.5 – Distribuzione della proprietà e della tipologia del patrimonio immobiliare residenziale a livello europeo – rielaborazione su fonte Eurostat	122
Fig. 5.6 – Funzionamento del grafico di identificazione del ruolo dell'innovazione in relazione alla filiera digitale	127
Fig. 5.7 – Funzionamento del grafico di misurazione complessiva dell'impatto dell'innovazione in relazione agli indicatori socio-economici, energetici e ambientali	127
Fig. 5.8 – Scheda per la classificazione e l'analisi delle innovazioni e descrizione dei campi identificati - elaborazione originale	128
Fig. 5.9 – Quadri sinottici di comparazione tra i casi studio - elaborazione originale.....	129
Fig. 5.10 – Capacità di controllo delle innovazioni tecnologiche attraverso gli strumenti di Building Information Modeling - rielaborazione fonte McGrawHill Construction.....	130

CAPITOLO 6

Analisi delle criticità caratterizzanti l'incertezza di processo

Fig. 6.1 – Principali fattori di incertezza nel processo edilizio per categoria – rielaborazione fonte McGrawHill Construction	138
Fig. 6.2 – Frequenza e impatto degli indicatori di misurazione dell'incertezza nel processo edilizio – rielaborazione fonte McGrawHill Construction.....	139
Fig. 6.3 – Capacità di soddisfare le aspettative e fattori di incertezza nel processo edilizio con impatto sulle tempistiche – rielaborazione fonte McGrawHill Construction	140
Fig. 6.4 – Fattori di incertezza nel processo edilizio con impatto sui costi – rielaborazione fonte McGrawHill Construction.....	141

Fig. 6.5 – Fattori di incertezza nel processo edilizio con impatto sulla qualità– rielaborazione fonte McGrawHill Construction	142
Fig. 6.6 – Principali benefici dell’implementazione degli strumenti BIM rilevati dai costruttori in riferimento al mercato globale e suddivisi per paese– rielaborazione fonte McGrawHill Construction	144
Fig. 6.7 – Implementazione degli strumenti BIM nel mercato globale in riferimento alle tipologie edilizie– rielaborazione fonte McGrawHill Construction	145
Fig. 6.8 – Principali benefici dell’implementazione degli strumenti BIM rilevati dai costruttori in rapporto alla fase di precedente la costruzione – rielaborazione fonte McGrawHill Construction	146
Fig. 6.9 – Principali benefici dell’implementazione degli strumenti BIM rilevati dai costruttori in rapporto alla fase di costruzione – rielaborazione fonte McGrawHill Construction	146

CAPITOLO 7

Definizione e validazione degli strumenti informativo-rappresentativi di Smart Swap Building

Fig. 7.1 – Inserimento degli strumenti operativi definiti in questa ricerca nel framework metodologico di implementazione del Building Information Modeling - elaborazione originale	153
Fig. 7.2– Schema di processo delle fasi identificate dalle linee-guida e dei momenti di controllo della coerenza del modello in rapporto all’aumentare del Livello di Sviluppo (LOD) - elaborazione originale	156
Fig. 7.3 – Schema di reiterazione delle fasi identificate dalle linee-guida in rapporto al Livello di Sviluppo (LOD) - elaborazione originale	161
Fig. 7.4 – Rapporto tra ambiti di validazione della filiera digitale e fase di processo - elaborazione originale ...	163
Fig. 7.5 – Documentazione fotografica del “Condominio Quadrifoglio” oggetto del caso applicativo - fonte Google Maps	164
Fig. 7.6 – Schema di inquadramento del caso applicativo rispetto alle linee guida delineate, elaborazione originale	165
Fig. 7.7 – Elaborazione della nuvola di punti effettuate su Leica Cyclone: morfologia complessiva e alloggio tipo - elaborazione centro DIAPReM, Guido Galvani	167
Fig. 7.8 – Schematizzazione della procedura di importazione della nuvola di punti da Leica Cyclone e Graphisoft Archicad - elaborazione originale	168
Fig. 7.9 – Visualizzazione della nuvola di punti all’interno di Archicad: paragone tra visualizzazione in proiezione ortogonale e vista tridimensionale - elaborazione originale	169
Fig. 7.10 – Definizione dei piani dell’edificio mediante interpretazione del dato in proiezione ortogonale in prospetto - elaborazione originale	170
Fig. 7.11 – Sezione orizzontale elaborata a +1,10m dal piano orizzontale, secondo le impostazioni di progetto, con l’oggetto nuvola di punti assegnato al livello Piano Terra (+0,00) – visualizzazione come sottolucido per la pianta del Terzo Piano - elaborazione originale	171
Fig. 7.12 – Sezione orizzontale elaborata secondo l’introduzione puntuale dei parametri di visualizzazione, con l’oggetto nuvola di punti assegnato al livello Piano Terra (+0,00) – visualizzazione come sottolucido per la pianta del Terzo Piano - elaborazione originale	172
Fig. 7.13 – Schematizzazione della procedura di importazione della nuvola di punti da Leica Cyclone e Autodesk Revit - elaborazione originale	173
Fig. 7.14 – Visualizzazione della nuvola di punti all’interno di Revit: paragone tra visualizzazione in proiezione ortogonale e vista tridimensionale - elaborazione originale	173
Fig. 7.15 – Definizione dei piani dell’edificio mediante interpretazione del dato in proiezione ortogonale in prospetto - elaborazione originale	174
Fig. 7.16 – Raffronto tra sezione orizzontale elaborata automaticamente secondo i piani di taglio e sezione orizzontale rielaborata restringendo l’intervallo di visualizzazione - elaborazione originale	174
Fig. 7.17 – Documentazione fotografica degli edifici del Quartiere S.Rocco, progettati dall’Arch. Gabriele Lelli, oggetto del caso applicativo - foto Chiara Graziadei	177
Fig. 7.18 – Schema di inquadramento del caso applicativo rispetto alle linee guida delineate - elaborazione originale	178
Fig. 7.19 – Metodo di tracciamento dell’involucro: rapporto tra geometria curva e creazione di un elemento di chiusura verticale parametrico - elaborazione originale	179
Fig. 7.20 – Elaborati bidimensionali (piante, prospetti sezioni) e render foto-realistici con caratterizzazione materica degli elementi per la documentazione del manufatto edilizio in accordo con il Livello di Sviluppo LOD300 -	

modellazione BIM e estrazione dati Pietro Benedettini, Chiara Graziadei, Beatrice Molari	181
Fig. 7.21 – Schematizzazione dell’interoperabilità orizzontale e verticale rispetto alle linee guida delineate - elaborazione originale	181
Fig. 7.22 – Possibilità avanzate di esportazione del modello BIM secondo lo standard IFC da Revit - elaborazione originale	182
Fig. 7.23 – Risultato dell’esportazione del formato IFC in merito alla generazione di geometrie tridimensionali complesse: il ricorso alla definizione dei solidi secondo il metodo B-rep comporta una limitata possibilità di modifica degli oggetti - elaborazione originale	183
Fig. 7.24 – Impostazione delle regole (rulesets) per la verifica della coerenza del modello e del rispetto dei principali standard edilizi - elaborazione originale	184
Fig. 7.25 – Documentazione fotografica degli edifici del Quartiere Compagni Fenulli oggetto del caso applicativo - foto Sara Codarin	186
Fig. 7.26 – Schema di inquadramento del caso applicativo rispetto alle linee guida delineate	187
Fig. 7.27 – Documentazione sorgente utilizzata per la creazione dei modelli BIM per il Facility Management - fonte Acer Reggio Emilia	189
Fig. 7.28 – Visualizzazione dei differenti modelli realizzati dedicati al Facility Management - modellazione dati e vista fotorealistica Sara Codarin	190
Fig. 7.29 – Interfaccia web del BIMserver basata su bimvie.ws: elenco dei progetti caricati sul server - elaborazione originale	191
Fig. 7.30 – Interfaccia web del BIMserver basata su bimvie.ws: visualizzazione di un modello tridimensionale - elaborazione originale	192
Fig. 7.31 – Gestione del modello per configurazione morfologica, per oggetti e per layer - elaborazione originale	192
Fig. 7.32 – Interrogazione del modello per oggetti con relativo computo quantitativo - elaborazione originale	193
Fig. 7.33 – Interrogazione di un oggetto sotto forma di proprietà ad esso associate - elaborazione originale	193
Fig. 7.34 – Modello BIM nella visualizzazione su dispositivo mobile: interrogazione del modello per oggetti - elaborazione originale	194
Fig. 7.35 – Quadro sinottico per la valutazione dei casi applicativi rispetto ai driver di innovazione (pagina a fianco) - elaborazione originale	196

CAPITOLO 8

Strategie di diffusione del progetto Smart Swap Building e creazione di una piattaforma digitale dedicata

Fig. 8.1 – Inquadramento della fase di divulgazione rispetto all’intero processo – elaborazione originale	201
Fig. 8.2 – Schematizzazione della strategia di divulgazione – elaborazione originale	202
Fig. 8.3 – Distribuzione delle giornate formative Smart Swap Building sul territorio – suddivisione per ciclo tematico - elaborazione originale	204
Fig. 8.4 – Programma-invito del primo ciclo di giornate formative Smart Swap Building – 2014-2015: La riqualificazione del patrimonio edilizio come volano per la ripresa – elaborazione UNImark Pubblicità & Marketing	205
Fig. 8.5 – Programma-invito del secondo ciclo di giornate formative Smart Swap Building – 2015-2016: Tecnologie e progetti per costruire nel costruito – elaborazione UNImark Pubblicità & Marketing	206
Fig. 8.6 – Distribuzione dei partecipanti alle giornate di formazioni - dati suddivisi per i due cicli realizzati - elaborazione originale	207
Fig. 8.7 – Programmazione schematica dei contributi da far convergere nel portale Smart Swap Building – elaborazione originale	208
Fig. 8.8 – Percorso di creazione e comprensione di un elaborato infografico – rielaborazione grafica da CAIRO A., The Functional Art: An introduction to information graphics and visualization, op. cit.	209
Fig. 8.9 – Classificazione delle tradizionali tecniche di rappresentazione infografica – fonte Neomam studios	210
Fig. 8.10 – Schematizzazione del progetto Smart Swap Building secondo il linguaggio grafico Shortology - elaborazione originale	211
Fig. 8.11 – Esplicazione grafica della non-linearità di progetto e sua traduzione in infografica (elementi di conoscenza) - elaborazione originale	212
Fig. 8.12 – Composizione delle principali rappresentazioni iconiche (somma di elementi visuali e di contenuto) - elaborazione originale	213
Fig. 8.13 – Costruzione grafica delle tecniche impiegate per suggerire la circolarità del processo - elaborazione	

originale	213
Fig. 8.14 – Processo grafico di elaborazione del marchio Smart Swap Building - elaborazione originale	214
Fig. 8.15 – Sintesi delle linee guida di impiego del marchio Smart Swap Building - elaborazione originale	215
Fig. 8.16 – Schematizzazione della mappa di fruizione del portale Smart Swap Building - elaborazione originale	216
Fig. 8.17 – Schematizzazione della struttura digitale del portale Smart Swap Building - elaborazione originale	217
Fig. 8.18 – Funzionamento del portale Smart Swap Building nel rapporto costruttori-committenti tra avanzamento lavori e processo trasparente- elaborazione originale	220

CAPITOLO 9

Conclusioni e sviluppi futuri

Lista degli acronimi

Bibliografia

Sitografia

Ringraziamenti

Bibliografia

Ambito: congiuntura economica e indirizzi di innovazione

Dati da indagini economiche

ANCE, *Osservatorio Congiunturale sull'Industria delle Costruzioni in Italia*, Roma, EdilStampa - Associazione Nazionale Costruttori Edili, 2012

ANCE, *Osservatorio Congiunturale sull'Industria delle Costruzioni in Italia*, Roma, EdilStampa - Associazione Nazionale Costruttori Edili, 2013

ANCE, *Osservatorio Congiunturale sull'Industria delle Costruzioni in Italia*, Roma, EdilStampa - Associazione Nazionale Costruttori Edili, 2014

CENSIS, *6° rapporto annuale sulla sicurezza in Italia. Strategie e scelte quotidiane per la sicurezza energetica*, Milano, Franco Angeli, 2010

CRESME, *XXI Rapporto Congiunturale e Previsionale*, edizione digitale, Centro di ricerche di mercato, servizi per chi opera nel mondo delle costruzioni e dell'edilizia, 2014

EUROCONSTRUCT, *80th Euroconstruct Summary Report*, edizione digitale, Euroconstruct, 2015

EUROCONSTRUCT, *80th Euroconstruct Country Report*, edizione digitale, Euroconstruct, 2015

ISTAT, *Annuario Statistico Italiano 2013*, Roma, Istituto nazionale di Statistica, 2013

ISTAT, *Annuario Statistico Italiano 2014*, Roma, Istituto nazionale di Statistica, 2014

ISTAT, *Annuario Statistico Italiano 2015*, Roma, Istituto nazionale di Statistica, 2015

OSSERVATORIO DEL MERCATO IMMOBILIARE, *Rapporto Immobiliare 2013. Il settore residenziale*, edizione digitale, Agenzia delle Entrate, 2013

OSSERVATORIO DEL MERCATO IMMOBILIARE, *Rapporto Immobiliare 2014. Il settore residenziale*, edizione digitale, Agenzia delle Entrate, 2014

OSSERVATORIO DEL MERCATO IMMOBILIARE, *Rapporto Immobiliare 2015. Il settore residenziale*, edizione digitale, Agenzia delle Entrate, 2015

UNIONCAMERE EMILIA-ROMAGNA, *Congiuntura delle costruzioni in Emilia-Romagna. Indagine sulle piccole e medie imprese*, edizione digitale, Unioncamere Emilia-Romagna, 2014

Direttive e atti di indirizzo

ASTER, *Strategia regionale di Specializzazione Intelligente S3. Le priorità Tecnologiche Regionali. Edilizia e Costruzioni*, Bologna, Rete Alta Tecnologia Emilia-Romagna, 2013

ASTER, *Green Economy - Scenari Tecnologici per l'Emilia-Romagna*, Bologna, Rete Alta Tecnologia Emilia-Romagna, 2012

CNAPPC, *Piano per la Rigenerazione Urbana Sostenibile*, edizione digitale, Consiglio Nazionale Architetti, Pianificatori, Paesaggisti e Conservatori, 2012

EUROPEAN CLUSTER OBSERVATORY, *Cluster Programmes in Europe*, edizione digitale, Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs, European Union, 2015

EUROPEAN COMMISSION, *Green Paper on Energy Efficiency*, edizione digitale, European Commission, 2005

EUROPEAN COMMISSION, *Construction 2020 - Strategy for the sustainable competitiveness of the construction sector and its enterprises*, edizione digitale, Enterprise and Industry, European Union, 2012

EUROPEAN COMMISSION, *BUILD UP Skills. An initiative to boost the energy skills of Europe's building workforce*, edizione digitale, Executive Agency for Small and Medium-sized Enterprises, European Union, 2014

EUROPEAN COMMISSION, *Towards a Thematic Strategy for Soil Protection*, edizione digitale, Joint Research Centre, European Union, 2002

EUROPEAN COMMISSION, *The State of Soil in Europe*, edizione digitale, Joint Research Centre, European Union, 2012

EUROPEAN COMMISSION, *Tackling the challenges in commodity markets and on raw materials*, edizione digitale, EESC European Economic and Social Committee, European Union, 2011

EUROPEAN COMMISSION, *A strategy for smart, sustainable and inclusive growth*, edizione digitale, European Union, 2010

DG GROW G4, *Innovative and e-Procurement, Public Procurement Indicators*, edizione digitale, Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs, European Union, 2012

MIUR, *Documento Horizon 2020 Italia*, edizione digitale, Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca, 2013

REGIONE EMILIA-ROMAGNA, *Piano Energetico Regionale*, Bologna, Regione Emilia-Romagna, 2007

WCED (World Commission on Environment and Development), *Our Common Future*, Oxford, Oxford University Press, 1987

Volumi

BALDISSARRA B., CIORBA U., GAETA M., RAO M., VIRDIS M.R., *Rapporto Energia e Ambiente. Scenari e Strategie 2013. Verso un'Italia low carbon: sistema energetico, occupazione e investimenti*, Roma, ENEA - Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile, 2013

BELLICINI L., ZANCHINI E., *L'innovazione energetica in edilizia. I Regolamenti Edilizi comunali e lo scenario dell'innovazione energetica e ambientale in Italia*, edizione digitale, Cresme Ricerche, 2013

BURDETT R., RODE P., *The Electric City*, Londra, The London School of Economics and Political Science, Alfred Herrhausen Society, 2012

FARRELL M., *Perspectives on sustainable tenant strategies*, Chicago, Jones Lang LaSalle IP, 2013

FUERST F., *Measuring "Green Value": An International Perspective*, edizione digitale, Royal Institution of Chartered Surveyors, 2014

HUBBARD D., *How to Measure Anything: Finding the Value of Intangibles in Business*, Hoboken, John Wiley & Sons, 2007

KNIGHT F.H., *Rischio, incertezza, profitto*, Firenze, La nuova Italia, 1960

LÖHR M., MANTE C. ET AL., *Improving energy efficiency – contribution from five European regions*, Dresda, Saxon State Office for the Environment, Agriculture and Geology, 2013

MUNAFÒ M. et al., *Il consumo di suolo in Italia*, Roma, Edizioni ISPRA - Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale, 2015

OLDANI C., *I derivati finanziari. Dalla Bibbia alla Enron*, Milano, Franco Angeli, 2010

PANETTA F., SIGNORETTI F.M., *Questioni di Economia e Finanza - Domanda e offerta di credito in Italia durante la crisi finanziaria*, Roma, Banca d'Italia - Eurosystem, 2010

SILVESTRINI G., *2° (due gradi) - Innovazioni radicali per vincere la sfida del clima e trasformare l'economia*, Milano, Edizioni Ambiente, 2015

SINGH S., *New Mega Trends – Implication for our Future Lives*, Londra, Palgrave Macmillan, 2012

SQUIRES G., *The Future Financing of Real Estate Development in Cities*, edizione digitale, Royal Institution of Chartered Surveyors, 2014

Contribuiti in rivista

ANTONINI E., PRIMICERI G., *I numeri della crisi*, pp. 148-157, in *TECHNE - Journal of Technology for Architecture and Environment* - Oltre la crisi, n. 01, 2011

BUSSETTI F., GIORDANO C., ZEVI G., *The Drivers of Italy's Investment Slump During the Double Recession*, pp. 1-24, in *Italian Economic Journal*, 22 Febbraio, 2016

DE ALBERTIS C., *Investire nel territorio: condizioni, criticità, risorse, opportunità*, pp. 30-35, in *TECHNE - Journal of Technology for Architecture and Environment* - Oltre la crisi, n. 02, 2012

GUMILAR V., ZARNIĆ R., SELIH J., *Increasing Competitiveness of the Construction Sector by Adopting Innovative Clustering*, pp. 41-49, in *Inžinerine Ekonomika-Engineering Economics*, n. 22, 2011

KANTER R.M., *Column: Block-by-Blockbuster Innovation*, pp. 89-96, in *Harvard Business Review*, Maggio, 2010

MAIETTI F. (a cura di), *Dossier: Smart Specialization Strategy*, pp. I-XXXI, in *Paesaggio Urbano*, n. 4, 2013

McCANN P., ORTEGA-ARGILÉS R., *Smart Specialization, Regional Growth and Applications to European Union Cohesion Policy*, pp. 1291-1302, in *Journal of the Regional Studies Association*, n. 49, 2015

MEDICI M., *Tra innovazione, sostenibilità e gestione immobiliare*, pp. 25-30, in *Paesaggio Urbano*, n. 5-6.bis, 2013

Ambito: processo edilizio e innovazione tecnologica

Volumi

- ACEC, *The Cost of Perfection in Public Works Projects: A Design Professional's Perspective*, edizione digitale, American Consulting Engineers Council, 2006
- ACEC RISK MANAGEMENT COMMITTEE, *Client Expectations of Perfection*, edizione digitale, American Consulting Engineers Council, 2005
- AIAG, *Guidelines for Improving the Accuracy of Architect/Engineer Construction Documents*, edizione digitale, Automotive Industry Action Group, 1999
- ALAIMO G., CARBONARI A., CIRIBINI A., DANIOTTI B., DELL'OSSO G.R., ESPOSITO M.A., *Il Mattone Mancante: verso l'Industria dell'Ambiente Costruito del 21° secolo*, Sanararcangelo di Romagna, Collana Politecnica, Maggioli Editore, 2012
- BARTH A., BORCHARD C., MANTE C., *Good Practice Guide - Energy Efficiency Excellence from EnercitEE regions, Dresden, Saxon State Office for the Environment, Agriculture and Geology*, 2011
- BERNSTEIN H.M., JONES S.A. et al., *Managing Uncertainty and Expectations in Building Design and Construction*, edizione digitale, SmartMarket Report, McGraw Hill Construction, 2014
- BERNSTEIN H.M., JONES S.A. et al., *Green BIM: How Building Information Modeling is Contributing to Green Design and Construction*, edizione digitale, SmartMarket Report, McGraw Hill Construction, 2010
- BERNSTEIN H.M., RUSSO M.A. et al., *The Drive Toward Healthier Buildings: The Market Drivers and Impact of Building Design and Construction on Occupant Health, Well-Being and Productivity*, edizione digitale, SmartMarket Report, McGraw Hill Construction, 2014
- BEST R., DE VALENCE G., *Design and Construction: Building in Value*, Oxford, Butterworth-Heinemann, Elsevier, 2002
- CERUTTI A., PAGANIN G., *Risk Management per l'edilizia. Tecniche e strategie per la gestione del rischio*, Palermo, Dario Flaccovio Editore, 2012
- CIRIBINI G., *Tecnologia e progetto: argomenti di cultura tecnologica della progettazione*, Torino, CELID, 1995
- DEL NORD R., *Modelli di processo edilizio: l'esperienza della Francia e degli Stati Uniti*, Firenze, Alinea Editrice, 1986
- DOUGHERTY J.M., HUGHES N., ZACK J.JR., *The Impact of Rework on Construction & Some Practical Remedies*, edizione digitale, Navigant Construction Forum, 2012
- EUROPEAN COMMISSION, *The Energy-efficient Buildings PPP: research for low energy consumption buildings in the EU*, edizione digitale, Research and Innovation, European Commission, 2013
- FLYVBJERG B., BRUZELIUS N., ROTHENGATTER W., *Megaproject and risk: an anatomy of ambition*, Cambridge, Cambridge University Press, 2003
- GRÖZINGER J., BOERMANS T. et al., *Overview of Member States information on NZEBs – final report*, Colonia, Ecofys GmbH, 2014
- HENDRICKSON, C., *Project Management for Construction – Fundamental Concepts for Owners, Engineers, Architects and Builders*, New Jersey, Prentice-Hall, 2008
- LOFFREDA G., CARRARA G., TRENTO A., FIORAVANTI A., *Conoscere collaborare progettare - teoria tecniche e applicazioni per la collaborazione in architettura*, Roma, Gangemi Editore, 2014
- PALMIERI S., ODALDI M. ET AL., *Verso l'efficienza energetica, quali risorse? Uno sguardo agli strumenti economico-finanziari per la Pubblica Amministrazione*, Bologna, CISA – Centro Innovazione e Sostenibilità Ambientale, 2013
- SCHMIDT C., STURM M., *CURE Creative Urban Renewal*, edizione digitale, cure-web.eu, 2014
- SINOPOLI N., *La tecnologia invisibile: il processo di produzione dell'architettura e le sue regole*, Milano, Franco Angeli, 1997
- SINOPOLI N., TATANO V., *Sulle tracce dell'innovazione: tra tecniche e architettura*, Milano, Franco Angeli, 2002

- SMITH N.J., MERNA T., JOBBLING P., *Managing Risk in Construction Projects*, Oxford, Oxford Blackwell Publishing, 2006
- TORRICELLI M.C., *Normazione, qualità, processo edilizio*, Firenze, Alinea Editrice, 1990
- TORRICELLI M.C., LAURIA A. (a cura di), *Innovazione tecnologica per l'architettura. Un diario a più voci*, Firenze, Università di Firenze, Dipartimento TAeD, Edizioni ETS, 2004
- TORRICELLI M.C., MECCA S., *Qualità e gestione del progetto nella costruzione*, Firenze, Alinea Editrice, 1996
- WEALDEN DISTRICT COUNCIL, *Full Private Housing Renewal Strategy 2009-2014*, edizione digitale, Wealden District Council, 2014
- WILKINSON S.J., *Building Permits and Sustainability: A method for measuring the uptake of sustainability in the built environment over time*, edizione digitale, Royal Institution of Chartered Surveyors, 2014
- WINCH G.M., *Managing Construction Projects*, Oxford, Blackwell Publ., 2010
- ZAFFAGNINI M., *Le case della grande pianura*, Firenze, Alinea Editrice, 1997
- ZAFFAGNINI M., *Progettare nel processo edilizio: la realtà come scenario per l'edilizia residenziale*, Bologna, Tipografia L.Parma, 1981
- ZAFFAGNINI M., GAIANI A., MARZOT N., *Morfologia urbana e tipologia edilizia*, Bologna, Pitagora, 1995

Atti di convegno

- ELOY S., PLÁCIDO I., DUARTE J.P., *Housing and information society: integration of ICT in the existing housing stock*, in *Portugal SB'07: Sustainable Construction, Materials and Practices. Challenge of the Industry for the New Millennium*, Lisbona, 2007
- TURKAN Y., BOSCHÉ F., HAAS C., HAAS R., *Towards automated progress tracking of erection of concrete structures*, in *10th International Conf. on Innovation in AEC*, State College, PA, 2010
- DE ANGELIS E., PANSA G., SERRA E., CIRIBINI A., *Economic Sustainability of Energy Efficiency Retrofits for Residential Buildings. A Case Study and a Methodology*, in *39th IAHS World Congress*, Politecnico di Milano, Milano, Italia, 2013
- HANSEN S., *Economical optimization of building elements for use in design of nearly zero energy buildings*, in *5th IBPC*, May 28-31, Kyoto, Japan, 2012
- HANSEN S., VANHOUTTEGHEM L., *A method for economic optimization of energy performance and indoor environment in the design of sustainable building*, in *5th IBPC*, May 28-32, Kyoto, Japan, 2013
- AUSIELLO F.P., MAIETTI F., MEDICI M., *Smart Swap Building - Strategie per riqualificare l'esistente*, in *La smart city al servizio del cittadino - Smart City Exhibition*, Bologna, 2013

Contributi in rivista

- BELPOLITI V., BOARIN P., DAVOLI P., MARZOT N., *Costruire nel costruito: il riciclo urbano come strategia di rigenerazione sistemica del tessuto consolidato*, pp. 186-194, in *TECHNE - Journal of Technology for Architecture and Environment - Rigenerazione urbana*, n. 10, 2015
- BURDETT R., *Infrastrutture, spazio pubblico ed edilizia di alta qualità nei processi di rigenerazione urbana a Londra*, pp. 19-23, in *TECHNE - Journal of Technology for Architecture and Environment - Rigenerazione urbana*, n. 10, 2015
- DEL NORD R., *Quale ricerca per quale domanda*, pp. 70-75, in *TECHNE - Journal of Technology for Architecture and Environment - Oltre la crisi*, n. 01, 2011
- LOSASSO M., *Rigenerazione urbana: prospettive di innovazione*, pp. 4-6, in *TECHNE - Journal of Technology for Architecture and Environment - Rigenerazione urbana*, n. 10, 2015
- MARTINS J.R.R.A., LAMBE A.B., *Multidisciplinary design optimization: A Survey of architecture*, pp. 1-53, in *AIAA Journal*, n. 51(9), 2013

- MCLEAN D., *Performance Analysis: The Key to Designing Truly Sustainable Buildings*, pp. 28-36, in *Green Building Journal*, Febbraio, 2011
- NAVON R., SACKS R., *Assessing research issues in automated project performance*, pp. 474-484, in *Elsevier Journal of Automation in Construction*, n. 16 (4), 2007
- OXMAN R., *Theory and design in the first digital age*, pp. 229-266, in *Design Studies*, n. 27 (3), 2006
- PAGANI R., *Rigenerazione urbana e percorsi di innovazione*, pp. 12-15, in *TECHNE - Journal of Technology for Architecture and Environment - Rigenerazione urbana*, n. 10, 2015
- PAGANI R., *Efficienza energetica e innovazione nei sistemi urbani: i trend che sfidano la crisi*, pp. 54-61, in *TECHNE - Journal of Technology for Architecture and Environment - Oltre la crisi*, n. 01, 2011
- YU H., TWEED T., AL-HUSSEIN M., NASSERI R., *Development of Lean Model for House Construction Using Value Stream Mapping*, pp. 782-790, in *Journal of Construction Engineering and Management*, Agosto, 2009

Ambito: rappresentazione digitale e comunicazione

Volumi

- AEC (UK), *AEC (UK) BIM Standard. A practical & pragmatic BIM standard for the Architectural, Engineering and Construction industry in the UK*, edizione digitale, AEC (UK) Initiative, 2009
- APOLLONIO F.I., *Architettura in 3D. Modelli digitali per i sistemi cognitivi*, Milano, Bruno Mondadori, 2012
- AUTODESK, *Building Information Modeling*, edizione digitale, Autodesk, 2002
- BADDELY M., CHANG C.Y., *Collaborative Building Information Modelling (BIM): Insights from Behavioural Economics and Incentive Theory*, edizione digitale, Royal Institution of Chartered Surveyors, 2014
- BALZANI M., *Housing 3: case unifamiliari*, Sanatacangelo di Romagna, Maggioli Editore, 2006
- BALZANI M., *Housing 4: case a schiera*, Sanatacangelo di Romagna, Maggioli Editore, 2007
- BALZANI M., *Progetti per l'abitare*, Sanatacangelo di Romagna, Maggioli Editore, 2010
- BALZANI M., MARZOT N., TONELLI G., *Housing: case a schiera*, Sanatacangelo di Romagna, Maggioli Editore, 2004
- BALZANI M., TONELLI G., *Housing 2: edifici plurifamiliari*, Sanatacangelo di Romagna, Maggioli Editore, 2005
- BERNSTEIN H.M., JONES S.A. et al., *The Business Value of BIM for Construction in Major Global Markets: How Contractors Around the World Are Driving Innovation With Building Information Modeling*, edizione digitale, SmartMarket Report, McGraw Hill Construction, 2014
- BERNSTEIN H.M., RUSSO M.A. et al., *The Business Value of BIM for Owners*, edizione digitale, SmartMarket Report, McGraw Hill Construction, 2014
- BIFM, *BIM case studies for asset and facilities management*, Hertfordshire, British Institute of Facilities Management, 2015
- BRUSAPORCI S., *Emerging Digital Tools for Architectural Surveying, Modeling, and Representation*, Hershey, Pennsylvania, IGI Global, 2015
- BRUSAPORCI S. (a cura di), *Modelli complessi per il patrimonio architettonico-urbano*, Roma, Gangemi Editore, 2013
- CAIRO A., *The Functional Art: An introduction to information graphics and visualization*, New York, Pearson Education, Inc. and New Riders, 2012
- CAPUTI M., ODORIZZI P., *Il Building Information Modeling - BIM - Valore, gestione e soluzioni operativi*, Sanatacangelo di Romagna, Maggioli Editore, 2015
- CHIAVONI E., FILIPPA M. (a cura di), *Metodologie integrate per il rilievo, il disegno, la modellazione dell'architettura e della città - Ricerca PRIN coordinatore Mario Docci*, Roma, Gangemi Editore, 2007
- DE CARLO L. (a cura di), *Informatica e fondamenti scientifici della rappresentazione*, Roma, Gangemi Editore, 2007
- EASTMAN C., TEICHOLZ P., SACKS R., LISTON K., *BIM Handbook. A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors*, Hoboken, John Wiley & Sons Inc., 2008
- EL-MEKAWY M., *Integrating BIM and GIS for 3D City Modeling: The Case of IFC and CityGML*, Stoccolma, KTH, School of Architecture and the Built Environment (ABE), Urban Planning and Environment, Geoinformatics, 2010
- ERIKSON C.M., *Hierarchical Levels of Detail to Accelerate the Rendering of Large Static and Dynamic Polygonal Environments*, Chapel Hill, University of North Carolina, 2000
- EVELYN T., FATT C., *Building Smart - A strategy for implementing BIM solution in Singapore*, Singapore, Information Technology Standards Committee, 2004
- GAIANI M., *La rappresentazione riconfigurata*, Milano, Poli.design, 2006
- GARZINO G., *Disegno (e) in _formazione: disegno politecnico*, Sanatacangelo di Romagna, Maggioli Editore, 2011
- GRABOWSKI R., *CAD & BIM: Is There A Free Pass?*, edizione digitale, upFront.reSearch, 2010

- KENSEK K., PENG J., *Practical BIM - Management, Implementation, Coordination and Evaluation*, Los Angeles, USC BIM Symposium, 2012
- KIVINIEMI A., *The Effects of Integrated BIM in the Processes and Business Models*, Hoboken, WileyBlackwell, 2011
- LO TURCO M., *Il BIM e la rappresentazione infografica nel processo edilizio. Dieci anni di ricerche e applicazioni*, Roma, Aracne Editrice, 2015
- MALDONADO T., *Reale e virtuale*, Milano, Feltrinelli, 2007 (prima edizione 1992)
- MIGLIARI R. (a cura di), *Prospettiva dinamica interattiva. La tecnologia dei videogiochi per l'esplorazione di modelli 3D di architettura*, Roma, Edizioni Kappa, 2008
- MIGLIARI R. (a cura di), *Frontiere del rilievo. Dalla matita alle scansioni 3D*, Roma, Gangemi Editore, 2001
- MILESI G., CIVASCHI M., *Shortology: Da Alien a Mark Zuckerberg, 101 ministorie per chi non ha tempo da perdere*, Milano, Rizzoli Editore, 2012
- OSELLO A., *Il futuro del disegno con il BIM per ingegneri e architetti*, Palermo, Dario Flaccovio Editore, 2012
- RATTI C., *Architettura Open Source. Verso una progettazione aperta*, Milano, Einaudi Editore, 2014
- SACCHI L., UNALI M., *Architettura e cultura digitale*, Milano, Skira, 2003
- SMITH D.K., TARDIFF M., *Building Information Modeling: A Strategic Implementation Guide for Architects, Engineers, Constructors, and Real Estate Asset Managers*, Hoboken, John Wiley & Sons Inc., 2009
- SOLIHIN W., *Lessons learned from experience of code-checking implementation in Singapore - Success, Challenges, and Future Outlook*, edizione digitale, buildingSMART, 2004
- SOWA J.F., *Knowledge representation: Logical, Philosophical and Computational foundations*, Boston, Thomson Learning, 2000
- UNALI M., *New Lineamenta*, Roma, Kappa, 2009
- UNALI M., *Atlante dell'abitare virtuale*, Roma, Gangemi Editore, 2014
- US NSA, *Implementation Practice Web Mercator Map Projection*, edizione digitale, US Natiola Geospatial Intelligence Agency, 2014
- WU S., GINIGE K. ET AL., *How Can Building Information Modelling (BIM) Support The New Rules Of Measurement (NRM1)*, edizione digitale, Royal Institution of Chartered Surveyors, 2014

Contributi in volume

- BIANCHINI C., IPPOLITO A., BARTOLOMEI C., *The Survey and Representation Process Applied to Architecture: Non-Contact Methods for the Documentation of Cultural Heritage*, in BRUSAPORCI S., *Emerging Digital Tools for Architectural Surveying, Modeling, and Representation*, Hershey, Pennsylvania, IGI Global, 2015
- BRUSAPORCI S., *Modellazione e rappresentazione digitale dei beni architettonici*, in BRUSAPORCI S. (a cura di), *Modelli complessi per il patrimonio architettonico-urbano*, Roma, Gangemi Editore, 2013
- BRUSAPORCI S., *Semantic representation of Accurate Surveys for the Cultural Heritage: Bim Applied to the existing domain*, in BRUSAPORCI S., *Emerging Digital Tools for Architectural Surveying, Modeling, and Representation*, Hershey, Pennsylvania, IGI Global, 2015
- CHIAIA B., MANNANOVA K., OSELLO A., *Dal CAD al BIM e la comunicazione dei dati in fase di progettazione architettonica*, in BRUSAPORCI S., *Emerging Digital Tools for Architectural Surveying, Modeling, and Representation*, Hershey, Pennsylvania, IGI Global, 2015
- CINTI LUCIANI S., GARAGNANI S., MINGUCCI R., *BIM tools and design intent. Limitations and opportunities*, in KENSEK K., PENG J., *Practical BIM - Management, Implementation, Coordination and Evaluation*, Los Angeles, USC BIM Symposium, 2012
- DE FUSCO R., *Rappresentazione e conformazione nell'architettura informatica*, in SACCHI L., UNALI M., *Architettura e cultura digitale*, Skira, Milano, 2003

- DE RUBERTIS R., *Il disegno digitale: libertà o coartazione espressiva?*, in SACCHI L., UNALI M., *Architettura e cultura digitale*, Skira, Milano, 2003
- DORE C., MURPHY M., *Historic Building Information Modeling (HBIM)*, in BRUSAPORCI S., *Emerging Digital Tools for Architectural Surveying, Modeling, and Representation*, Hershey, Pennsylvania, IGI Global, 2015
- GAIANI M., *Architectorum delineamenta instrumenta ovvero le interfacce di lavoro dell'architetto*, in UNALI M., *Abitare virtuale significa rappresentare*, Kappa, Roma, 2008
- GAIANI M., *Un viaggio attraverso gli strumenti e i metodi di produzione del progetto di disegno industriale nell'epoca della progettazione digitale totale*, in GAIANI M., *La rappresentazione riconfigurata*, Poli.design, Milano, 2006
- GAIANI M., *Dove stiamo andando?*, in UNALI M., *New Lineamenta*, Kappa, Roma, 2008
- GAIANI M., *Metodi di fruizione di modelli 3D digitali dalla scala dell'oggetto a quella della città con dispositivi a differente livello di iconicità e facilità di interazione*, in CHIAVONI E., FILIPPA M. (a cura di), *Metodologie integrate per il rilievo, il disegno, la modellazione dell'architettura e della città - Ricerca PRIN coordinatore Mario Docci*, Roma, Gangemi Editore, 2007
- KIVINEMI A., *The Effects of Integrated BIM in Process and Business Models*, in KOCATÜRK T., MEDJDOUB B., *Distributed Intelligence In Design*, WileyBlackwell, London, 2011
- KIVINEMI A., FISHER M., *Potential Obstacles to Use BIM in Architectural Design*, in SHEN G., BRANDON P., BALDWIN A. et al., *Collaborative Construction Information Management*, Spon Press (Taylor & Francis), London,
- LO TURCO M., OSELLO A., CONVERSO S., *Nuove figure professionali - New professional figures*, in GARZINO G., *Disegno (e) in _formazione: disegno politecnico*, Santarcangelo di Romagna, Maggioli Editore, 2011
- MANDELLI E., *Modello/idea... modello/riferimento... modello/rappresentazione...*, in CHIAVONI E., FILIPPA M. (a cura di), *Metodologie integrate per il rilievo, il disegno, la modellazione dell'architettura e della città - Ricerca PRIN coordinatore Mario Docci*, Roma, Gangemi Editore, 2007
- MIGLIARI R., *Metodi/tecniche della rappresentazione digitale*, in UNALI M., *New Lineamenta*, Kappa, Roma, 2008
- MIGLIARI R., *Introduzione alla prospettiva dinamica interattiva*, in MIGLIARI R., *Prospettiva dinamica interattiva*, Kappa, Roma, 2009
- NISBET N., WIX J., CONOVER D., *The future of virtual construction and regulation checking*, in BRANDON P., KOCATÜRK T., *Virtual Futures for Design, Construction & Procurement*, 2008
- OXMAN R., *Emerging paradigms and models in digital design – performance-based architectural design*, in BRANDON P., KOCATÜRK T., *Virtual Futures for Design, Construction & Procurement*, 2008
- PURINI F., *Digital Divide*, in SACCHI L., UNALI M., *Architettura e cultura digitale*, Skira, Milano, 2003
- WIX J., NISBET N., LIEBICH T., *Using Constraints to Validate and Check Building Information Models. eWork and eBusiness in Architecture, Engineering and Construction*, in SCHERER R., ZARLI A., *eWork and eBusiness in Architecture, Engineering and Construction*, Taylor & Francis, 2008

Atti di convegno

- ADELSTEIN P.Z., *Permanence of Digital Information*, in *Proceedings of XXXIV International Conference of the Round Table on Archives*, Budapest, Ungheria, 1999
- AISH R., *Building Modeling: The Key to Integrated Construction CAD*, in *CIB 5th International Symposium on the Use of Computers for Environmental Engineering Related to Buildings*, Hong Kong, 1986
- CAFFI V., DANIOTTI B., MUSCOGIURI M., PAVAN A., PIGNATARO M.A., *Il processo edilizio supportato dal BIMM: l'approccio INNOVance - BIMM enabled construction processes: the INNOVance approach*, in *ISTeA - Italian society of Science, Technology and Engineering of Architecture*, 10-11 luglio, Bari, 2014
- DING L., DROGEMULLER R., JUPP J., ROSENMAN M., GERO, J., *Automated Code Checking*, in *The International Conference - Clients Driving Innovation: The Cooperative Research Centre (CRC) for Construction Innovations*, Gold Coast, Australia, 2004

- DING L., DROGEMULLER R., ROSENMAN M., MARCHANT D., GERO J., *Automating code checking for building designs*, in *The Second International Conference - Clients Driving Innovation: Moving Ideas into Practice*, The Cooperative Research Centre (CRC) for Construction Innovations, Gold Coast, Australia, 2006
- EASTMAN C., FISHER D., LAFUE G., LIVIDINI J., STOKER D., YESSIOS C., *An Outline of the Building Description System*. Institute of Physical Planning, in *Carnegie-Mellon University Conference*, Pittsburgh, USA, 1974
- EILIF H., NICK N., *Exploring semantic based model checking*, in *CIB W78 2010: 27th International Conference – 16-18 November*, Cairo, Egitto, 2010
- GIUDICE M., OSELLO A., PATTI E., *BIM and GIS for district modeling*, in *10th European Conference on Product & Process Modeling*, Vienna, Austria, 2014
- GOLPARVAR-FARD M., CIRIBINI A., FASCIOLI F., PICCININI E., *Challenges and benefits of d4ar – 4 dimensional augmented reality - modeling on the Milano Bicocca housing project*, in *CIB W78-W102 2011: International Conference – 26-28 October*, Sophia Antipolis, Francia, 2011
- GOLPARVAR-FARD M., PEÑA-MORA F., *Application of Visualization Techniques for Construction Progress Monitoring*, in *ASCE Int. Workshop on Computing in Civil Engineering*, Pittsburgh, USA, 2007
- GOLPARVAR-FARD M., PEÑA-MORA F., SAVARESE S., *D AR – 4 Dimensional augmented reality - tools for automated remote progress tracking and support of decision-enabling tasks in the AEC/FM industry*, in *10th International Conf. on Innovation in AEC*, State College, USA, 2010
- GREENWOOD D., LOCKLEY S., MALSANE S., MATTHEWS J., *Automated compliance checking using building information models*, in *The Construction, Building and Real Estate Research Conference of the Royal Institution of Chartered Surveyors*, Londra, Regno Unito, 2010
- HICHRI N., STEFANI C., DE LUCA L., HAMON G., *From Point Cloud to BIM: a survey of existing approaches*, in *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, in *XXIV International CIPA Symposium*, 2 – 6 September, Volume XL-5/W2, Strasburgo, Francia, 2013
- HJELSETH E., *Exchange of relevant information in BIM-objects defined by the Life cycle Information Model (LIM)*, in *CIB-IDS, July 10-12th*, Espoo, Finlandia, 2009
- HJELSETH E., NISBET N., *Overview of concepts for model checking*, in *CIB W78 2010: 27th International Conference – 16-18 November*, Cairo, Egitto, 2010
- HJELSETH, E., *Foundation for development of computable rules*, in *CIB-W78, 1-3th*, Istanbul, Turchia, 2009
- QUATTRINI R., MALINVERNI E.S., CLINI P., NESPECA R., ORLIETTI E., *From TLS to HBIM: high quality semantically-aware 3D modeling of complex architecture*, in *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XL-5/W4, 3D Virtual Reconstruction and Visualization of Complex Architectures*, 25-27 Febbraio, Avila, Spagna, 2015
- SIRICHAROEN W.V., *Infographics: The new communication tools in digital age*, in *International Conference on E-Technologies and Business on the Web*, Bangkok, Thailandia, 2013

Contributo in rivista

- ALHAVA O., KIVINIEMI A., LAINE E., *Intensive big room process for co-creating value in legacy construction projects*, pp. 146-158, in *Itcon*, n. 20, 2015
- BOSCHÈ F., *Automated recognition of 3D CAD model objects and calculation of as-built dimensions for dimensional compliance control in construction*, pp. 107-118, in *Elsevier J. of Adv. Eng. Informatics*, n. 24, 2009
- BRUSAPORCI S., *Modelli digitali per la rappresentazione dell'architettura*, pp. 107-115, in *Disegnare con*, Dicembre 2011, 2011
- CAPUTI M., FERRARI L., *Il BIM nel Facility Management*, pp. 12-13, in *Manutenzione Tecnica e Management*, Luglio-Agosto, 2014
- CHAO W., YONG K.C., CHANGWAN K., *Automatic BIM component extraction from point clouds of existing buildings for sustainability applications*, pp. 1-13, in *Automation in Construction*, n. 56 – Agosto, 2015

- CHEOK G.S., STONE W.C., LIPMAN R.R., WITZGALL C., *LADARs for construction assessment and update.*, pp. 463–477, in *Elsevier J. of Automation in Construction*, n. 9(5), 2000
- CHOI J., KIM I., *An Approach to Share Architectural Drawing Information and Document Information for Automated Code Checking System*, pp. 171–178, in *Tsinghua Science & Technology*, n. 13 (1), 2008
- CIRIBINI A., *Level of Detail e Level of Development: i processi di committenza e l'Information Modeling*, pp. 90–99, in *TECHNE - Journal of Technology for Architecture and Environment - Qualità della domanda. Efficacia dei processi*, n. 06, 2013
- CRICK K., HARTLING L., *Preferences of Knowledge Users for Two Formats of Summarizing Results from Systematic Reviews: Infographics and Critical Appraisals*, pp. 1–8, in *PLoS ONE*, 14 Ottobre, 2015
- DOCCI M., SENATORE S.J., *Conservazione e rinnovamento urbano*, pp. 13–15, in *Architettura e Città - Costruire nel Costruito*, n. 7, 2012
- EASTMAN C., LEE J.M., JEONG Y.S., LEE J.K., *Automatic rule-based checking of building designs*, pp. 1011–1033, in *Automation in Construction*, n. 18 (8), 2009
- EASTMAN C., *The use of computers instead of drawings in building design*, pp. 46–50, in *AIA Journal*, Volume 63 - n.3, 1975
- GIANDEBIAGGI P., *Città sotto monitor*, pp. 6–7, in *Paesaggio Urbano*, n. 2, 2015
- GOLPARVAR-FARD M., PEÑA-MORA F., SAVARESE S., *D AR- A 4-Dimensional augmented reality model for automating construction progress data collection, processing and communication.*, pp. 129–153, in *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, n. 14, 2009
- GOLPARVAR-FARD M., PEÑA-MORA F., SAVARESE S., *Integrated sequential as-built and as-planned representation with D4AR – 4 dimensional augmented reality - tools in support of decision-making tasks in the AEC/FM industry.*, pp. 1099–1116, in *ASCE Journal of Construction Engineering and Management.*, Dicembre, 2011
- JASELSKIS E., GAO Z., WALTERS R.C., *Improving transportation projects using laser scanning.*, pp. 377–384, in *ASCE Journal of Construction Engineering and Management*, n. 131, 2005
- KARAN E.P., IRIZARRY J., HAYMAKER J., *BIM and GIS Integration and Interoperability Based on Semantic Web Technology*, pp. 312–320, in *Journal of Computing in Civil Engineering*, n. 10.1061 - Luglio, 2015
- LAASKO M., KIVINEMI A., *The IFC Standard - A Review of History, Development and Standardization*, pp. 134–161, in *Journal of Information Technology in Costruction*, n. 17 - Maggio, 2012
- LO TURCO M., *Rappresentare e gestire patrimoni immobiliari: il BIM per il Facility Management*, pp. 33–48, in *Territorio Italia*, n. 2, 2015
- LUHN H.P., *A Business Intelligence System*, pp. 314–319, in *IBM Journal*, 1958
- MEDICI M., *Il rilievo e la rappresentazione della rigenerazione urbana: il progetto Smart Swap Building*, pp. 18–23, in *Paesaggio Urbano*, n. 4, 2015
- PETERSEN S., SVENDSEN S., *Method for component-based economical optimization for use in design of new low-energy buildings*, pp. 173–180, in *Elsevier Journal of Renewable Energy*, n. 38, 2012
- PRATT M.J., *Introduction to ISO 10303—the STEP Standard for Product Data Exchange*, pp. 102–104, in *Journal of Computing and Information Science in Engineering*, n. 1 (1), 2001
- ROTHENBERG J., *Ensuring the Longevity of Digital Documents*, pp. 42–47, in *Scientific American*, n. 272(1), 1995
- RUPERTO F., VALENTINI S., *BIM “FM oriented”: quale futuro?*, pp. 24–29, in *Facility Management Italia*, n. 27, 2015
- SEBASTIAN R., *Changing roles of the clients, architects and contractors through BIM*, pp. 176–187, in *Engineering Construction & Architectural Management*, n. 18(2) - Febbraio, 2011
- SEBASTIAN R., *Semantic BIM and GIS for Modeling Energy-Efficient Buildings Integrated in a Healthcare District*, pp. 255–260, in *Isprs Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, II-2/W1 - Novembre, 2013

- STUMPF R., GANESHAN R., CHIN S., LIU L.Y., *Object-oriented model for integrating construction product and process information*, pp. 204-212, in *Journal of Computing in Civil Engineering*, n. 10 (3), 1996
- TAN X., HAMMAD A., FAZIO P., *Automated Code Compliance Checking for Building Envelope Design*, pp. 203-211, in *Journal of Computing in Civil Engineering*, n. 24 (2), 2010
- UNALI M., *Qual è il modello di rappresentazione complesso nella rivoluzione informatica?*, pp. 30-39, in *Disegnare idee immagini*, n. 38, 2009
- VAN NEDERVEEN G.A., TOLMAN F., *Modeling Multiple Views on Buildings*, pp. 215-224, in *Automation in Construction*, n. 1 - Dicembre, 1992

Sitografia

Ambito: congiuntura economica e indirizzi di innovazione

Agenzia delle Entrate - Osservatorio del Mercato Immobiliare: <http://www.agenziaentrate.gov.it/>
ANCE - Associazione Nazionale Costruttori Edili: <http://www.ance.it/>
ASTER - Rete Alta Tecnologia Emilia-Romagna: <http://www.aster.it/>
CNAPP - Consiglio Nazionale degli Architetti P.P. e C.: <http://www.cnappc.it/>
Commissione Europea: <http://ec.europa.eu/>
CRESME - Centro di ricerche di mercato, servizi per chi opera nel mondo delle costruzioni e dell'edilizia: <http://www.cresme.it/>
Direttiva27: <http://www.direttiva27.it/>
ENEA - Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile: <http://www.enea.it/>
EUROCONSTRUCT: <http://www.euroconstruct.org/>
Gestore Servizi Energetici: <http://www.gse.it/>
Il Sole24 Ore - Edilizia e Territorio: <http://www.ediliziaeterritorio.ilsole24ore.com/>
ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale: <http://www.isprambiente.gov.it/>
ISTAT - Istituto Nazionale di Statistica: <http://www.istat.it/>
JLL - Jones Lang LaSalle : <http://www.us.jll.com/>
MIUR - Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca: <http://www.istruzione.it/>
Regione Emilia-Romagna: <http://www.regione.emilia-romagna.it/>
The Economist: <http://www.economist.com/>
Unioncamere Emilia-Romagna: <http://www.ucer.camcom.it/>

Ambito: processo edilizio e innovazione tecnologica

ACEC - American Consulting Engineers Council: <http://www.acec.org/>
AIAG - Automotive Industry Action Group: <http://www.aiag.org/>
CISA - Centro Innovazione e Sostenibilità Ambientale: <https://www.centrocisa.it/>
ISO - International Organization for Standardization: <http://www.iso.org/>
McGraw Hill Construction - Dodge Data&Analytics: <http://construction.com/>
Navigant Construction Forum: <http://www.navigant.com/>
RICS - Royal Institution of Chartered Surveyors: <http://www.rics.org/>
Sistema Edificio: <https://sistemaedificio.wordpress.com/>
SITdA - Società Italiana della Tecnologia dell'Architettura: <http://www.sitda.net/>
Wealden District Council: <http://www.wealden.gov.uk/>

Ambito: rappresentazione digitale e comunicazione

Achitettura Open Source: https://it.wikipedia.org/wiki/Architettura_Open_Source
AEC (UK) BIM Standards: <https://aecuk.wordpress.com/>
Autodesk Research: <https://autodeskresearch.com>

BIM Academy: <http://www.bimacademy.ac.uk/>
BIM Forum: <http://bimforum.org/>
British Institute of Facilities Management: <http://www.bifm.org.uk/>
buildingSMART: <http://www.buildingsmart.org/>
buildingSMART Data Dictionary: <http://bsdd.buildingsmart.org/>
DIAPReM - Università di Ferrara: <http://diaprem.unife.it/>
EU BIM Taskgroup: <http://www.eubim.eu/>
Ingegno - Informazione tecnica e progettuale: <http://www.ingenio-web.it/>
INNOVance: <http://www.innovance.it/>
Lineamenta (Sacchi L., Unali M.): <http://www.lineamenta.it/>
OpenBIM: <http://www.openbim.org/>
Rappresentazione (Sacchi L., Unali M.): <http://www.rappresentazione.it/>
Senseable City Lab: <http://senseable.mit.edu/>
upFront.reSearch: <http://upfrontanalytics.com/>
US GSA - General Services Administration: <http://www.gsa.gov/>
US National Geospatial-Intelligence Agency: <https://www.nga.mil/>

Ringraziamenti

Ringrazio, primi fra tutti, il Prof. Marcello Balzani e l'Arch. Federica Maietti per la supervisione scientifica e per le fondamentali indicazioni utili all'elaborazione di questa ricerca.

Un ringraziamento particolare va inoltre all'Ing. Francesco Paolo Ausiello, Responsabile Aster Progetti Strategici, e alla Dott.ssa Teresa Bagnoli, Referente Aster Piattaforma Costruzioni, per aver permesso questa collaborazione e aver contribuito attivamente alle fasi di ricerca.

Ringrazio inoltre i gruppi di lavoro che hanno permesso la realizzazione dei casi applicativi.

Caso applicativo: Condominio a Milano Marittima

Rilevo laser scanner e elaborazione dati: Arch. Guido Galvani, Arch. Daniele Felice Sasso

Caso applicativo: Quartiere San Rocco

Modellazione BIM e rilievo fotografico: Pietro Benedettini, Chiara Graziadei, Beatrice Molari

Supervisione alla modellazione: Arch. Riccardo Rubini, Arch. Andrea Zattini

Caso applicativo: Quartiere Compagnoni Fenulli

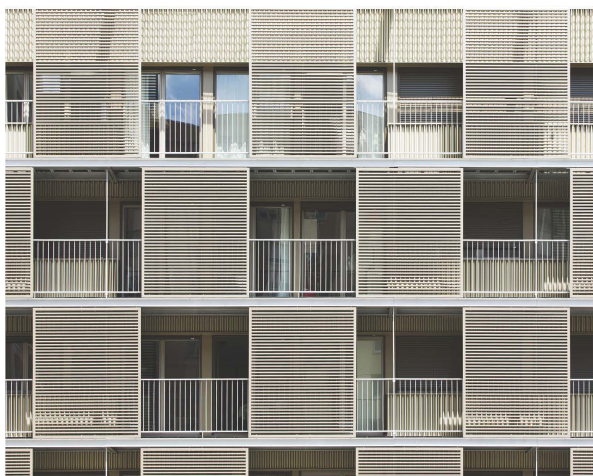
Raccolta dati: Dott. Marco Corradi, Direttore ACER Reggio Emilia

Modellazione BIM e rilievo fotografico: Dott.ssa Sara Codarin

In ultimo un ringraziamento speciale ai colleghi di lavoro che, in vario modo, hanno contribuito con importati spunti e suggerimenti al raggiungimento dell'obiettivo.

APPENDICE 1.A
SCHEDE DI INNOVAZIONE DI PRODOTTO

A CHANGE OF SKIN



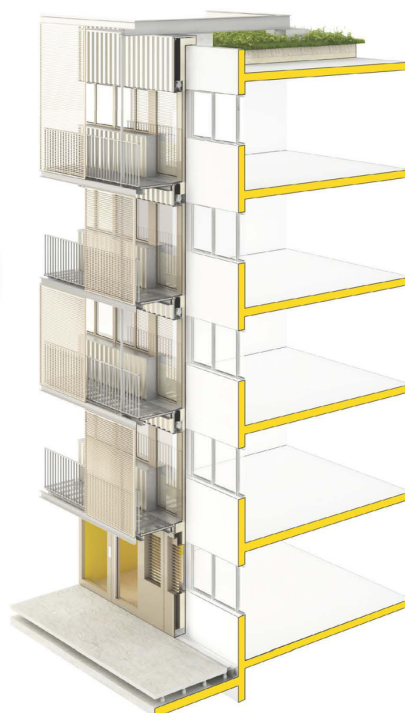
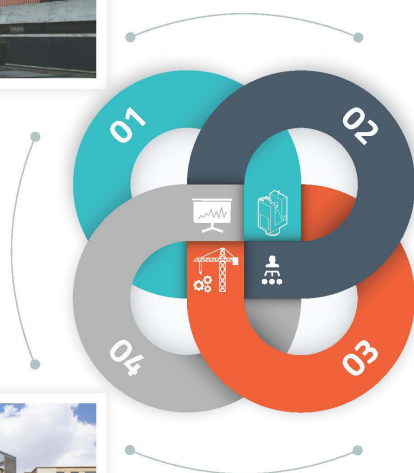
Localizzazione: Charonne, Parigi
 Committente: France Habitation
 Progettisti: Atelier du Pont
 Anne-Cécile Comar, Philippe Croisier, Stéphane Pertusier

Project manager: Luc Pinsard
 Direzione lavori: Luc Pinsard e François Kharrat
 Strutture: EVP

Prestazioni dell'edificio: Patrimony Climate Plan
 (80kWh/m²/anno)
 Superficie: 3.285 mq (esistente: 3,058 mq - creata:
 227 mq)
 Completamento: giugno 2013

Quello che nell'Ottocento era un agglomerato di campagna, il villaggio di Charonne, un tranquillo sobborgo con ville, pascoli e vigne, è oggi stato inglobato dalla grande espansione di Parigi nel tessuto metropolitano. Il quartiere, ad est della capitale francese, è rimasto un'area periferica e tranquilla, con strade poco trafficate. È in questo contesto che si inserisce la riqualificazione dell'edificio per alloggi sociali di Square Vitruve, un complesso realizzato durante gli anni Settanta ed edificato su una brutale piastra di cemento armato senza la minima presenza di vegetazione circostante.

Recentemente, per aumentare la qualità della vita dei residenti, la municipalità parigina e il quartiere di Saint-Blaise hanno avviato una serie di interventi tra i quali la costruzione di una tramvia e la riqualificazione di un grande boulevard. L'edificio di Square Vitruve prima dell'intervento si presentava in stato di degrado avanzato e i cinquantasei appartamenti ospitati all'interno del complesso soffrivano di diverse carenze dal punto di vista del comfort e della sicurezza.





La maggior difficoltà incontrata dai progettisti e dall'impresa di costruzione è stata quella di aver dovuto condurre le operazioni di ripristino dell'edificio mentre lo stesso era utilizzato dai residenti, non avendo avuto la municipalità la possibilità di rialloggiare gli stessi in altro luogo durante una trasformazione così importante. L'intervento, dal costo di quasi due milioni di euro, è stato condotto in costante dialogo con i residenti, il consiglio di quartiere e la municipalità così come stabilito nell'ambizioso programma basato su un approccio alla progettazione il più partecipativo possibile.

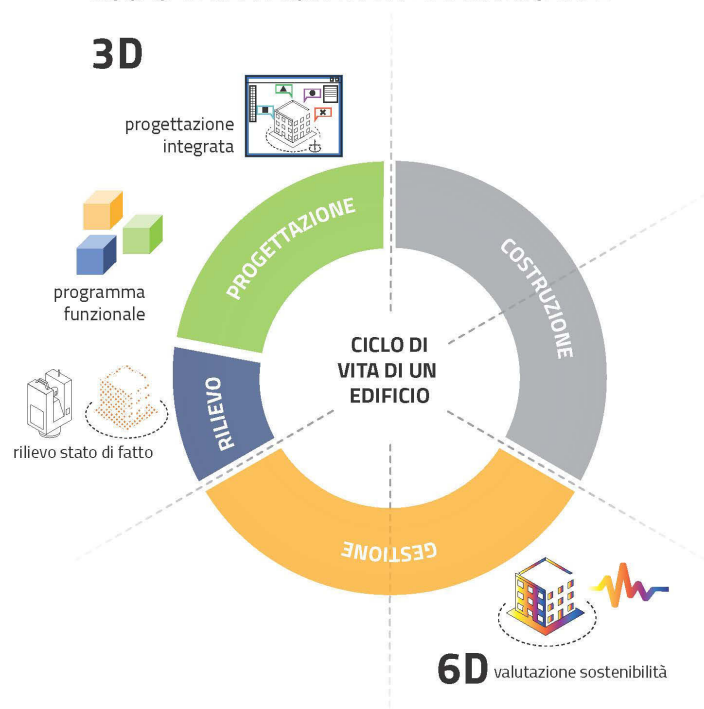
L'idea alla base della trasformazione è stata quella di voler conferire una nuova e forte identità all'edificio, evidenziando le "diversità" ospitate al suo interno, immaginando nuovi usi e migliorando le sue prestazioni energetiche così come voluto dal *Paris City Council's Climate Plan*.

Attraverso studi solari e di valutazione dell'impatto delle trasformazioni sugli edifici limitrofi l'Atelier du Pont ha suggerito l'aggiunta di balconi dove possibile rimodellando la facciata in base a questa nuova caratteristica architettonica. La nuova pelle, un filtro per l'edificio, è sospesa e sorretta solamente attraverso gli ancoraggi in copertura per evitare di sovraccaricare alcuni punti della struttura del vecchio edificio non progettata per questo ulteriore carico.

Un intervento che attraverso l'intelligente collocazione di nuovi spazi a disposizione degli appartamenti ha migliorato le prestazioni dell'edificio e aumentato la qualità della vita dei residenti dando nuova identità all'affaccio dell'immobile su Square Vitruve.

RUOLO IN RELAZIONE ALLA FILIERA DIGITALE

IMPATTO SUGLI INDICATORI



INDICATORI SOCIO-ECONOMICI

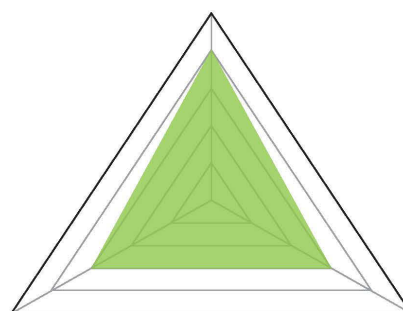
Progettazione partecipata
Recupero del valore immobiliare

INDICATORI ENERGETICI

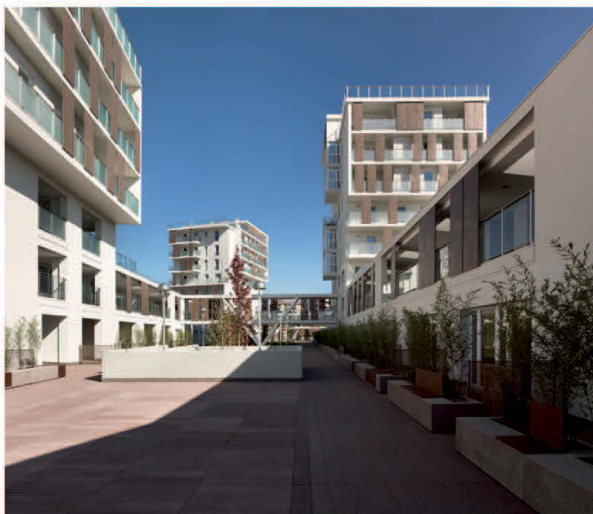
Notevole incremento prestazionale con un sistema di facciata

INDICATORI AMBIENTALI

Inserimento nel piano municipale di riqualificazione



CENNI DI CAMBIAMENTO



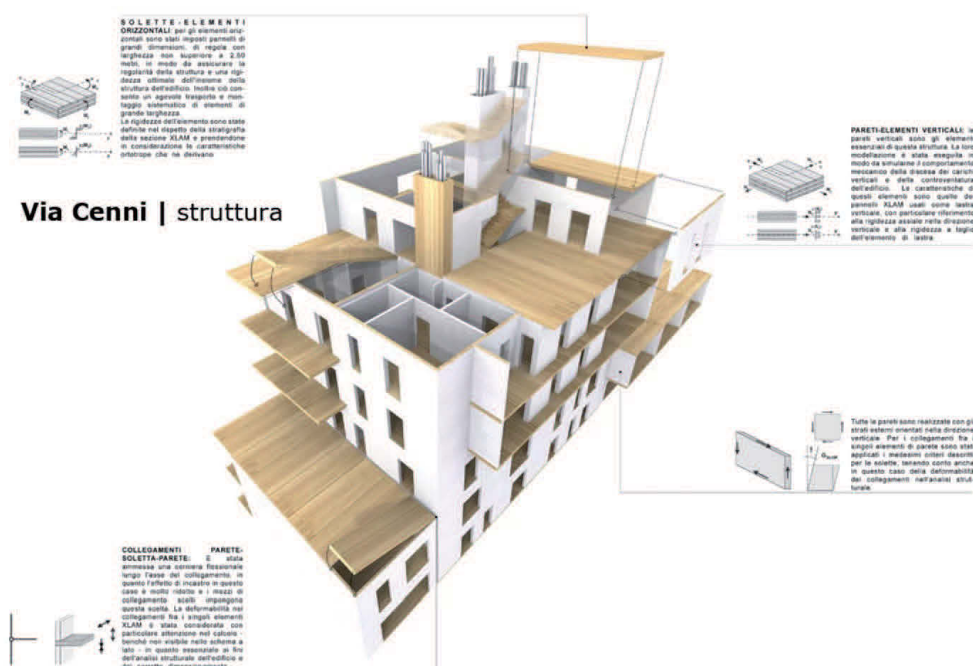
Localizzazione: Via Cenni, Milano
 Progettisti: Rossi Prodi Associati
 Sviluppo immobiliare: Polaris Real Estate Sgr
 Project manager: Riccardo Ronchi
 Concept plan e progetto sociale: Fondazione Housing Sociale

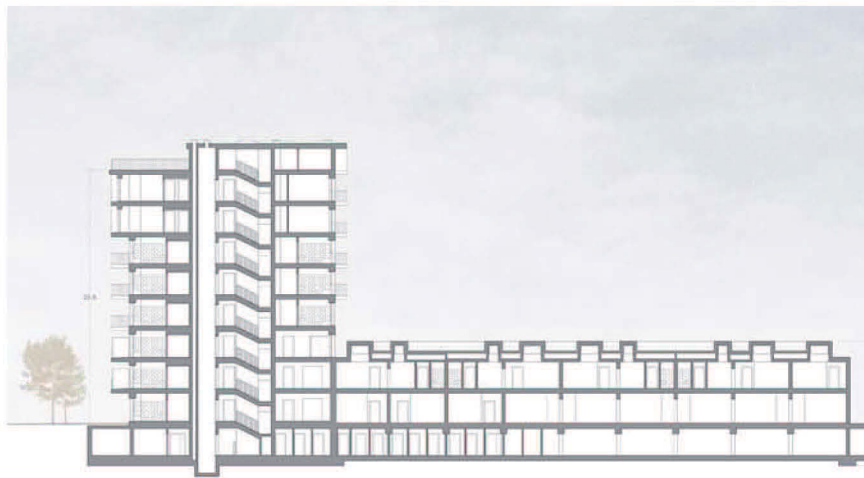
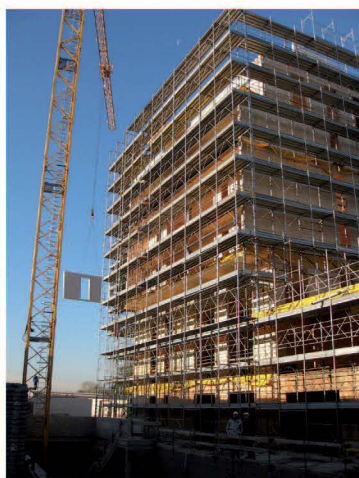
Progetto strutture in legno: Ing. Bernasconi
 Progettazione impiantistica: Tekne, M. D'Ambrosio
 Progetto esecutivo: Ets, G. Parietti
 Controllo costi, programma lavori: D&D
 Controllo tecnico in corso d'opera: Italsocotec

Date: 2009 - 2014
 Area: 17.000 mq
 Consumo energetico: 24kWh/m²a

Cenni di Cambiamento è il più grande progetto residenziale realizzato in Europa che utilizza un sistema di strutture portanti in legno. L'intervento offre appartamenti a prezzi contenuti e una soluzione abitativa innovativa che si basa sulla cultura dell'abitare sostenibile e collaborativo. I destinatari di questo intervento sono principalmente i giovani, intesi sia come nuovi nuclei familiari che come single in uscita dalla famiglia d'origine. Il complesso si compone di 124 alloggi in classe energetica A di diverse dimensioni, proposti in affitto a canone calmierato o con patto di futuro acquisto.

L'intervento progettato dall'architetto Fabrizio Rossi Prodi di Firenze e promosso da Polaris Investment Italia SGR in collaborazione con Fondazione Housing Sociale (FHS) ha come obiettivo la creazione di un contesto socio abitativo animato e sicuro, parallelamente all'offerta di ambiti da destinare alla valorizzazione delle relazioni sociali. Per facilitare questo intento è stata data particolare rilevanza alla progettazione e distribuzione degli spazi comuni, concepiti come una serie di percorsi e luoghi che si articolano in modo da essere fruibili nei diversi momenti della giornata e da diverse tipologie di abitanti. La continuità tra la dimensione privata dell'alloggio e quella pubblica degli spazi aperti è ben espressa dai temi architettonici delle terrazze e delle logge, elementi di caratterizzazione plastica del volume ma soprattutto espressione di una relazione tra il dentro e il fuori, tra la vita del singolo cittadino e quella dell'intera comunità.

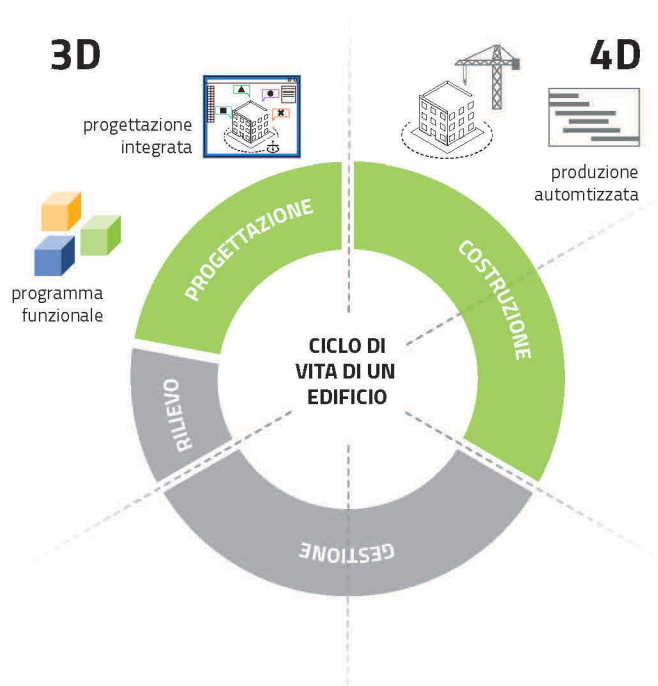




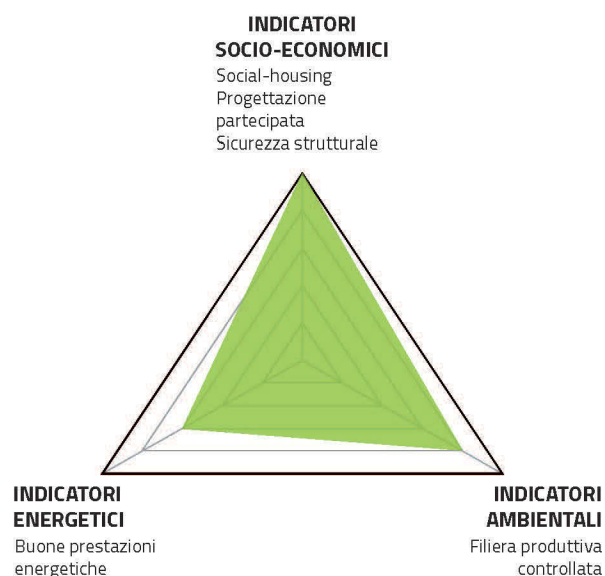
Il sistema costruttivo è a pannelli portanti in legno a strati incrociati CLT su progetto dell'Ing. Bernasconi e forniti della azienda Storaenso. La costruzione in XLAM degli edifici di nove piani di via Cenni a Milano ha suscitato molta attenzione e discussioni sul tema dell'edificio con struttura in legno più grande o più alto, quasi a significare che l'evoluzione tecnica e il successo della costruzione in legno debbano essere misurati su questi parametri. In realtà la costruzione delle torri di via Cenni a Milano non nasce con l'intento di stabilire un record o di realizzare un exploit tecnologico, ma molto più semplicemente da un progetto architettonico che prevedeva l'impiego del legno quale materiale per la struttura portante, scelto per motivi di carattere ecologico-ambientale, per garantire elevate prestazioni in termini di sicurezza strutturale e comfort abitativo, così come la volontà di garantire alla proprietà e alla committenza il rispetto senza riserve delle esigenze tecniche e costruttive attuali e più moderne. La flessibilità proposta nella distribuzione degli spazi interni dell'alloggio, garantita dallo stesso sistema costruttivo, ha inoltre consentito una personalizzazione dell'ambiente della casa secondo una modalità partecipata.

Perciò progettare un edificio in legno vuol dire per il progettista inserirsi in una filiera che va dalla produzione alla realizzazione in cui l'approccio BIM è molto più di una possibilità: da una parte occorre sviluppare un progetto che rispetti i principi ingegneristici strutturali, dall'altra occorre poter sfruttare al meglio le capacità del materiale di essere prodotto con dimensionamenti specifici in accordo con il progetto architettonico.

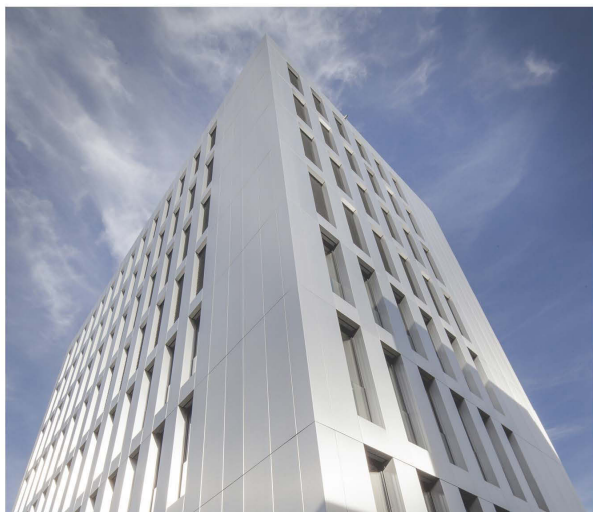
RUOLO IN RELAZIONE ALLA FILIERA DIGITALE



IMPATTO SUGLI INDICATORI



PROGETTO: LIFECYCLE TOWER – LCT ONE



Localizzazione: Dornbirn, Austria
 Committente: Cree GmbH
 Progettisti: Herman Kaufmann ZT GmbH

Gestione del progetto: DI C.Dünser, G.E. Wissl
 Stima dei costi: Cree GmbH
 Gestione del cantiere: Rhomberg Bau GesmbH

Progetto delle travi: Merz Kley Partner GmbH
 Progetto impianti: EGS
 Progetto elettrico: Ingenieurbüro Brugger
 Fisica dell'edificio: Bernd Weithas

Date: June 2011 – November 2012

Consumo energetico: 13kWh/m²a

Efficienza energetica, comfort abitativo e sicurezza strutturale sono oggi i tre concetti cardine dai quali non si può prescindere per delineare un edificio di qualità. L'innovazione dei processi e dei sistemi costruttivi è divenuta ormai uno dei temi centrali della ricerca in ambito edilizio e architettonico: i cantieri tradizionali non sono più sostenibili e la necessità di raggiungere nuovi livelli di efficienza nel processo costruttivo conduce alla sperimentazione di tecnologie prefabbricate, a secco e ibride.

Il progetto "LifeCycle Tower ONE" si muove esattamente in questa direzione, cercando di gestire e impiegare risorse naturali e rinnovabili nel processo costruttivo, riducendo il costo di gestione dell'edificio e garantendo una maggiore conservazione del valore dell'immobile. La collaborazione tra la Cree GmbH e l'architetto Hermann Kaufmann ha reso possibile la sperimentazione in un edificio alto, progettato come sede della Cree GmbH stessa, di un sistema costruttivo ibrido legno-calcestruzzo. Il sistema è capace di coniugare i benefici delle strutture in legno in termini di ciclo produttivo dell'elemento, peso contenuto delle strutture e risposta sismica, con la risoluzione del problema principale delle strutture in legno: la resistenza al fuoco. La particolare progettazione degli elementi prefabbricati è infatti in grado di impiegare le parti in calcestruzzo in modo da rendere l'elemento ligneo meno soggetto al pericolo di incendio. Con tale accorgimento è stato possibile realizzare un edificio di ben 8 piani impiegando una struttura prevalentemente lignea.

La velocità di esecuzione dell'opera e l'impiego contenuto di manodopera sono state straordinarie. Basti pensare che la maggior parte degli elementi prefabbricati, come quelli di facciata o i solai, richiede un tempo di posa che varia dai 5 ai 10 minuti e l'impiego di una squadra di lavoro dedicata di soli 5 operai. Una volta costruito il nucleo centrale dell'edificio con tecnica tradizionale in cemento armato, la posa dei solai e degli elementi di facciata di 8 piani si è conclusa in soli 8 giorni. Rapidità e correttezza di realizzazione contribuiscono chiaramente ad aumentare la sostenibilità dell'intero processo, riducendo sprechi in fase di realizzazione e una minore impronta ecologica del cantiere.

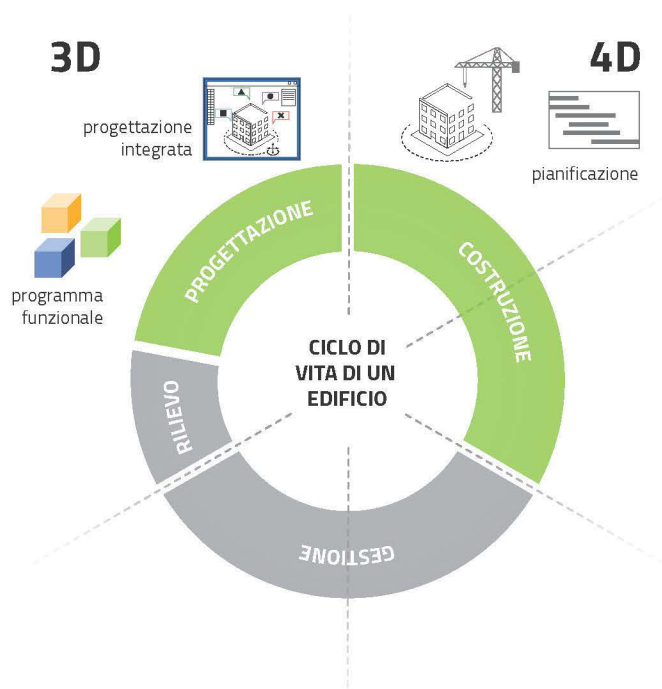
"LifeCycle Tower ONE" è stato ritenuto un'opera degna di menzione d'onore nell'edizione 2013 del Premio Architettura Sostenibile – Fassa Bortolo per la sua capacità di innovazione del sistema costruttivo. L'opera risulta infatti essere un caso studio particolarmente interessante per comprendere la reale fattibilità dell'impiego di sistemi ibridi all'interno delle nostre città nell'ottica dei processi di rigenerazione, riqualificazione e ricostruzione, nei quali è ancora più necessario comprendere quanto siano fondamentali rapidità di esecuzione, certezza dell'investimento e contenimento dell'impronta ecologica.





RUOLO IN RELAZIONE ALLA FILIERA DIGITALE

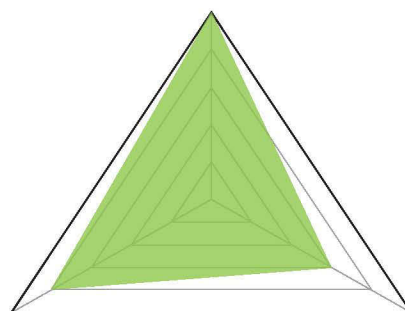
IMPATTO SUGLI INDICATORI

**INDICATORI SOCIO-ECONOMICI**

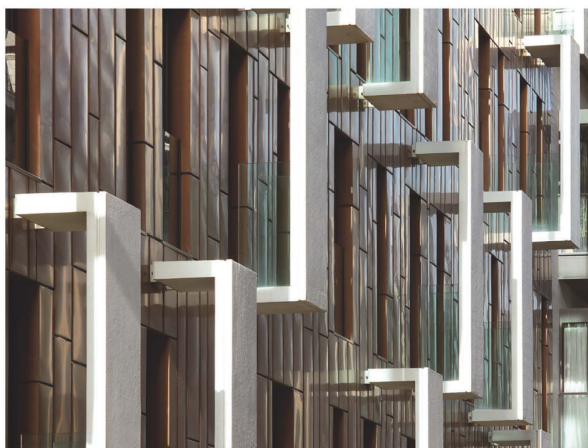
Tempi e costi certi di intervento
Elevata resistenza al fuoco

INDICATORI ENERGETICI
Ottime prestazioni raggiunte

INDICATORI AMBIENTALI
Riduzione sprechi di cantiere



RUE DU PEPIN



Localizzazione: Brussels, Belgio
 Committente: Mr G.Kervyn e Mr L.Boels
 Progettisti: Conix Architects, Arch. Christine Conix

Progetto strutturale: Ney&Partners
 Progetto impiantistico: MK Engineering
 General Contractor: Amart

Superficie: 4.290 m²
 appartamenti: 14 kWh/m² per anno
 galleria: 38 kWh/m² per anno
 penthouse: 40 kWh/m² per anno

Date: 2008 - 2012

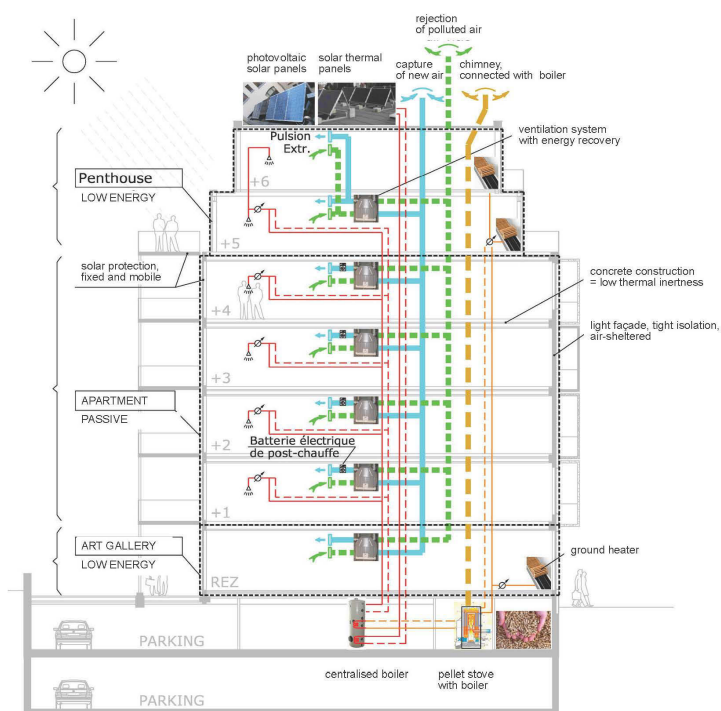
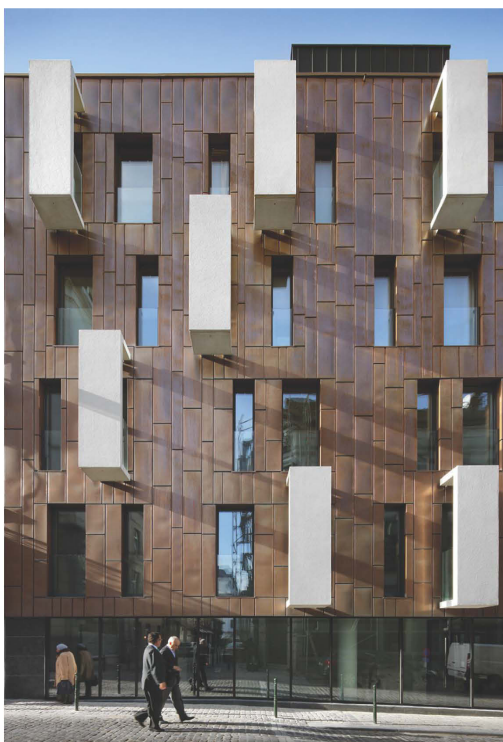
Il progetto può essere sintetizzato in tre elementi sovrapposti altimetricamente:

1 – Il piano terra consiste di uno spazio dedicato a galleria d'arte, destinato all'affitto e uno spazio ad uffici utilizzato dalla committenza. Poiché Rue du Pépin è una strada stretta, la trasparenza è stato uno degli elementi fondamentali del concept per quanto riguarda il piano terra, al fine di creare un senso di maggiore spazio. L'ampio spazio di distribuzione è dedicato sia all'accesso agli appartamenti che all'espansione occasione della sala esposizioni.

2 – I livelli superiori sono costituiti da tre o quattro appartamenti per piano, da due a quattro camere da letto ognuno. La facciata impiega un rivestimento metallico in rame sulla quale si innestano balconi in cemento prefabbricato che, orientati parallelamente alla strada, creano un effetto prospettico. Sul lato opposto invece, grazie alla realizzazione di ampie terrazze comunicanti, viene stimolata l'interazione tra i diversi appartamenti.

3 – Gli ultimi due livelli sono invece destinati all'appartamento del committente. Questo alloggio di tipologia duplex offre una magnifica vista verso la città grazie ad una facciata vetrata e ad una terrazza verde.

Complessivamente il progetto genera un basso consumo energetico, risultando sostenibile non solo da punto di vista economico ma anche ecologico. Mediante l'impiego di fonti energetiche alternative, come solare termico e fotovoltaico o combustibile a pellet, e strategie di recupero dell'energia dispersa è stato possibile raggiungere ottimi risultati energetici.





Per gli appartamenti tra il primo e il quarto livello è stato raggiunto il livello di passività energetica in integrazione tra pannelli solari e il recupero di dispersione del calore dai condotti di aerazione. Nella facciata sud grandi aperture forniscono il massimo apporto solare in inverno mentre il sistema di oscuramento integrato evita il surriscaldamento estivo. La facciata a nord invece è quasi interamente opaca al fine di non disperdere calore. Diversa invece è la situazione per l'attacco a terra e la penthouse dove, nonostante il consumo energetico sia comunque ridotto, la necessità di utilizzare superfici vetrate su entrambi gli affacci non ha permesso di rendere gli ambienti energeticamente passivi.

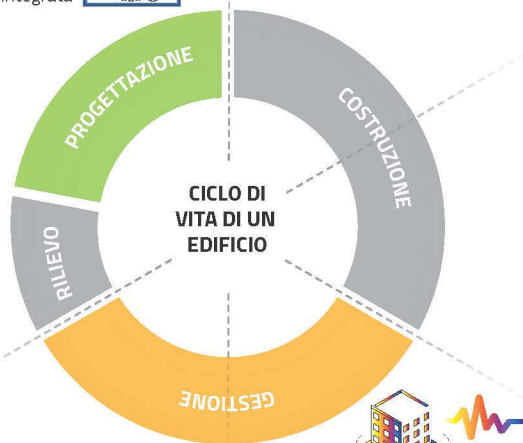
I materiali interni sono scelti attentamente in sintonia con l'approccio ambientale adottato, privilegiando prodotti naturali come derivati del legno.

RUOLO IN RELAZIONE ALLA FILIERA DIGITALE

IMPATTO SUGLI INDICATORI

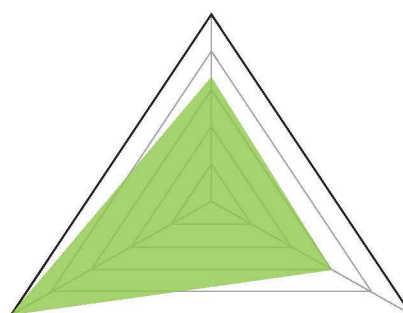
3D

progettazione
integrata



6D certificazione

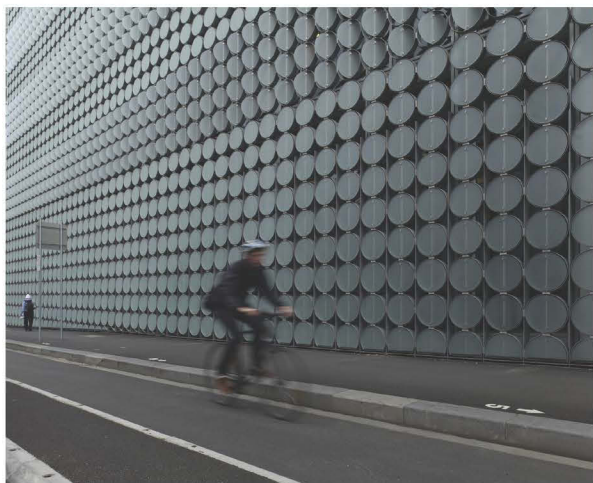
INDICATORI
SOCIO-ECONOMICI
Costruire nel costruito



INDICATORI
ENERGETICI
Appartamenti passivi
Strategie energetiche avanzate

INDICATORI
AMBIENTALI
Filiera materiali
controllata

PROGETTO: RMIT Design Hub



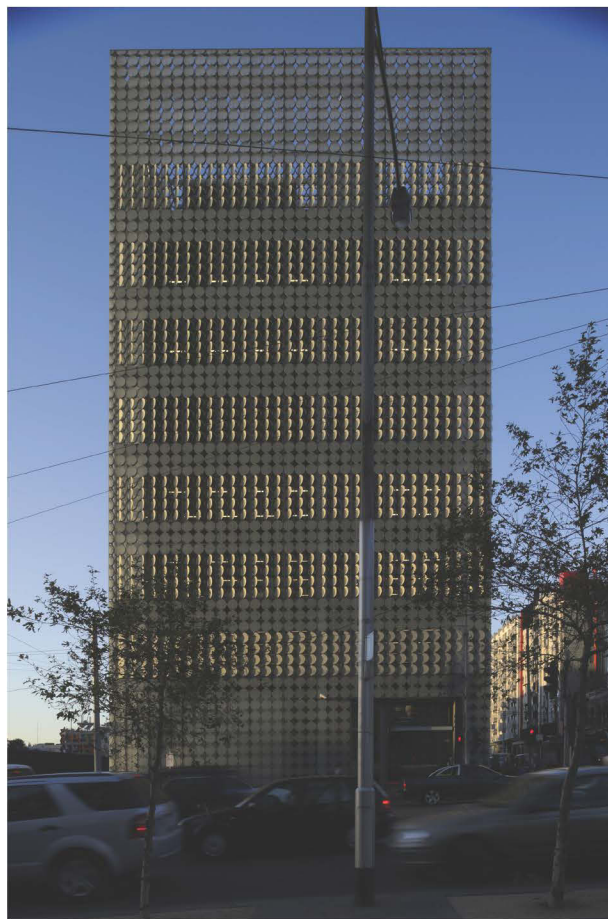
Localizzazione: Melbourne, Australia
Committente: RMIT University
Progettisti: Sean Godsell Architects, Melbourne

Progetto strutture: Felicetti Pty Ltd
Progetto impianti: Aecom
Progetto paesaggistico: Sean Godsell Architects
Progetto degli interni: Sean Godsell Architects
Realizzazione facciata: Permasteelisa Pty Ltd
Project Manager: Aurecon Pty Ltd

Date: 2006 - 2012
Area: 13.000 mq

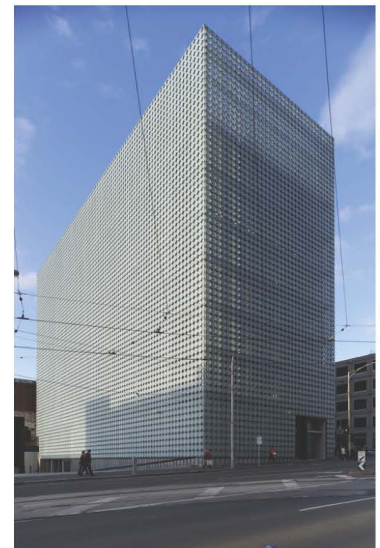
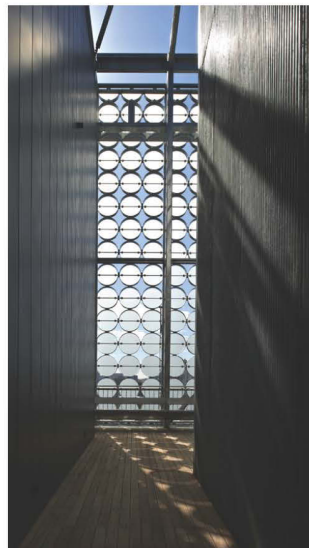
L'edificio ospita centri di ricerca, sviluppo e formazione della RMIT University dedicati a diversi settori di progetto quali architettura, urbanistica, ingegneria aeronautica, industrial design e moda. La definizione di aree comuni e spazi espositivi aperti al pubblico favorisce la contaminazione spontanea fra le differenti discipline, consentendo inoltre un contatto diretto fra i centri di ricerca, il mondo produttivo e la comunità in generale.

L'elemento più interessante dal punto di vista progettuale è rappresentato dalla pelle più esterna dell'involucro dell'edificio, costituita da un insieme di componenti frangisole in vetro traslucido di forma circolare; grazie ad un dispositivo automatizzato tali elementi sono in grado di ruotare lungo l'asse verticale e ottimizzare la massima intercettazione dell'irraggiamento solare, limitando quindi l'apporto di calore, pur offrendo al contempo un'efficace diffusione della luce naturale negli ambienti interni.





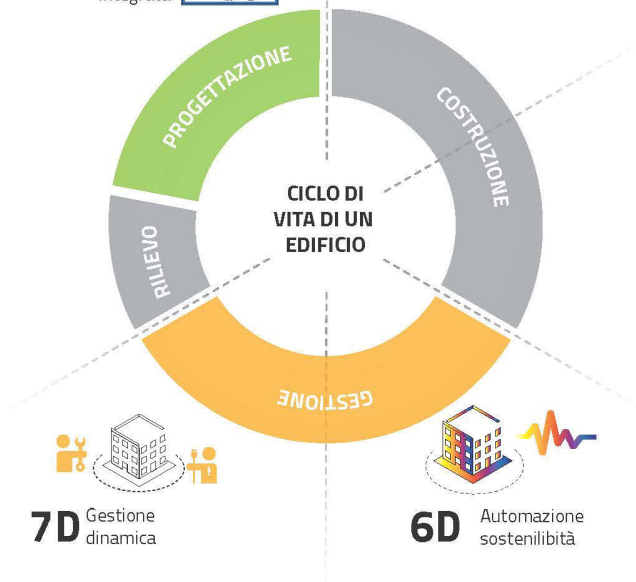
La semplicità concettuale e costruttiva dei singoli frangisole predispone la possibilità di una loro sostituzione con celle fotovoltaiche di forma circolare attualmente in fase di studio, che potranno fornire l'intero fabbisogno di energia elettrica dell'edificio. L'involucro è in sostanza concepito come una sorta di vera e propria pelle reattiva nei confronti della variabilità delle condizioni esterne, denotando l'estrema attenzione dei progettisti agli aspetti climatici e alla sostenibilità ambientale. La dinamicità del sistema richiede al tempo stesso avanzate dinamiche di controllo, capaci di generare dati che, se archiviati compatibilmente all'impiego in sistemi BIM, possono tradursi in ulteriori benefici a livello di gestione dell'edificio.



RUOLO IN RELAZIONE ALLA FILIERA DIGITALE

3D

progettazione
integrata



IMPATTO SUGLI INDICATORI

INDICATORI SOCIO-ECONOMICI

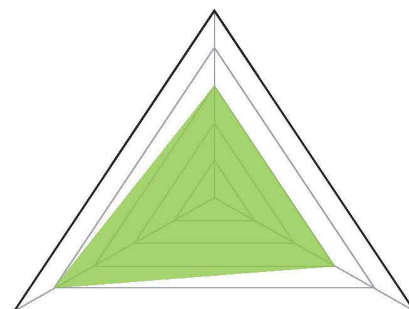
Possibile risparmio
energetico secondo
logiche dinamiche

INDICATORI ENERGETICI

Massimizzazione
delle prestazioni
grazie alle dinamiche
della facciata

INDICATORI AMBIENTALI

Variazione della
configurazione ambientale
a seconda della condizioni
climatiche



APPENDICE 1.B
SCHEDE DI INNOVAZIONE DI PROCESSO

BAUGRUPPE: BIGyard



Localizzazione: Berlino, Germania
Progettisti: Zanderroth Architekten
Progetto del verde: Herrburg Landschaftsarchitekten

Date: 2007-2010
Fasi realizzative: 8
Unità residenziali: 45
23 case a schiera
10 case unifamiliari con giardino
12 attici a tre piani
Area: 6.642 mq

Il processo di progettazione coordinato dagli Zanderroth Architekten assume particolare importanza perché il ruolo di committente, anziché vedere il contributo di uno dei principali sviluppatori immobiliari, è assunto dagli stessi futuri residenti al fine di produrre appartamenti qualitativamente migliori e a prezzi accessibili attraverso la distribuzione dei profitti dello sviluppatore tra tutti i soggetti coinvolti. Gruppi di aspiranti proprietari di casa si organizzano in un Baugruppe (gruppo di acquisto) attraverso quattro fasi: la joint venture iniziale si configura come "gruppo di pianificazione" prima dell'acquisto del terreno poi, quando la costruzione inizia, diventa un "gruppo di clienti". La transizione a "gruppo proprietario di casa" e poi a "gruppo di residenti" è già definita nell'accordo iniziale.



Le tipologie di utenti sono varie, dalle famiglie con bambini ad anziani, immigrati o residenti temporanei che vedono l'occasione come un investimento. Il ruolo assunto è simile a quello delle cooperative, sebbene in Germania queste non siano così diffuse o finanziariamente forti. Inoltre tale processo costituisce una filiera estremamente più corta e configura la possibilità per i futuri proprietari di esprimere direttamente le loro esigenze.

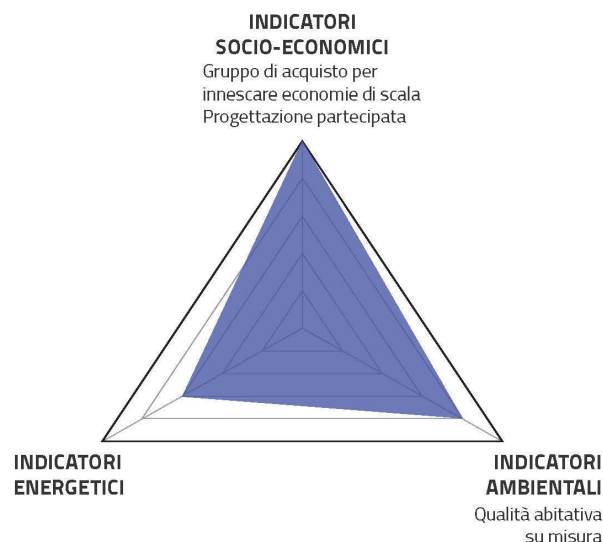
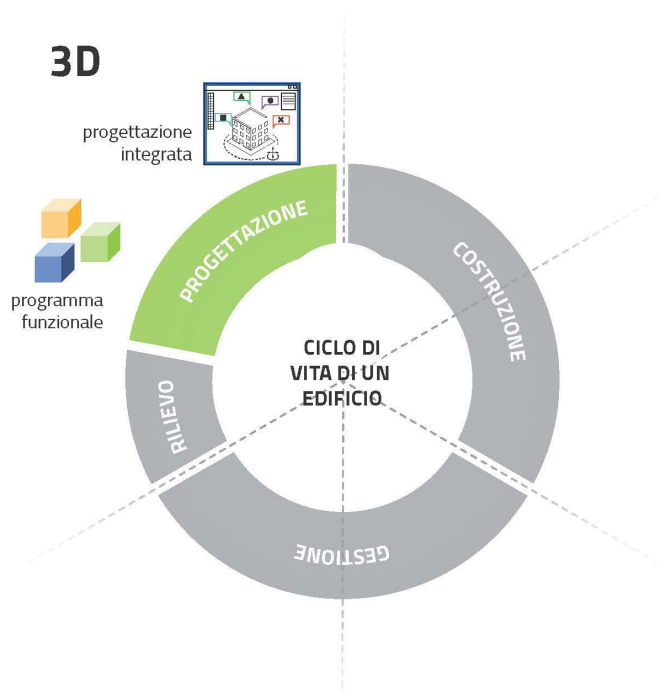
Dal punto di vista del paesaggio urbano è necessario sottolineare come, fino a pochi anni fa, Berlino fosse caratterizzata da vuoti urbani ancora derivanti dall'epoca di divisione della città. Il lotto di BIGyard è infatti uno di questi, delimitato su due lati da edifici alti 22 metri e con affaccio a nord, verso una strada in zona residenziale ben collegata con il resto della città.

Il complesso è strutturato in due corpi contenenti 45 unità, suddivise in tre tipologie diverse: 23 case a schiera su due livelli nella parte anteriore, 10 case unifamiliari con giardino e 12 attici a tre piani con terrazze sul tetto. L'edificio ha una lunga corte interna utilizzata in comunità: le 45 parti coinvolte, guidate dagli architetti, sono riuscite ad accordarsi per strutturare uno spazio comune piuttosto che frazionarlo in singoli giardini privati. I vantaggi della casa indipendente, in combinazione con la densità di un complesso residenziale, attribuiscono un nuovo significato ai rapporti di comunità: lo sviluppo di BIGyard riflette proprio una innovativa combinazione di condivisione e di privacy.



RUOLO IN RELAZIONE ALLA FILIERA DIGITALE

IMPATTO SUGLI INDICATORI



PROGETTO: PARCO DEI MULINI



Localizzazione: Lugo di Romagna, Ravenna
Committente: Parco dei Mulini s.r.l.
Progettisti: Conti e Galegati Architetti Associati

Esecutivo architettonico: Arch. Cattoli Gianluca,
Studio Designo
Collaboratori: Jaqueline Müller, Micaela Pasotti, Ing.
Silvia Santoni
Sistema costruttivo: EBS di Cogefrin Spa
Progettista urbanistico: Lamberto Rossi

Date:
2010-2011 Progettazione
2011-2012 Costruzione

Il progetto di edilizia residenziale sociale sostenibile, realizzato a Lugo di Ravenna e promosso dalla società Parco dei Mulini, è stato il primo, in ordine di tempo in Italia, a conquistare la traduzione italiana della certificazione Leed for Homes: il Green Building Council Italia, prendendo spunto dal protocollo internazionale, ha sviluppato un "bollino italiano" dedicato all'edilizia residenziale realizzata mediante i cantieri più attenti agli aspetti sostenibili. Ad essere premiati sono stati l'attenzione al risparmio di energia e di acqua potabile, l'isolamento termo-acustico e più in generale il comfort abitativo.

L'intervento nasce all'interno di un grande parco delimitato dall'argine di un canale, il canale dei Mulini, lungo il quale sorge anche il Ponte delle Lavandaie, un interessante manufatto storico che risale al 1600. Per la realizzazione sono stati utilizzati solamente materiali a bassa emissione di inquinanti, con un sistema costruttivo in legno prefabbricato.

L'edificio è stato progettato e costruito adottando la metodologia costruttiva innovativa di Cogefrin Spa: Easy Building System (EBS). Questo approccio costruttivo è guidato dalle seguenti regole principali:

- tutti gli edifici sono certificati in classe A e costruiti con tecnologia a secco, permettendo tempi rapidi e basse emissioni in loco;
- gli edifici impiegano pareti e pavimenti con isolamento termico e acustico ad alte prestazioni, nel pieno utilizzo di materiali sostenibili e rinnovabili;
- EBS utilizza una tecnologia ibrida che unisce i benefici di calcestruzzo (per le strutture verticali) e legno (per solai e pareti di tamponamento) che consentono una migliore risposta sismica in virtù della massa contenuta;
- il layout della struttura puntuale adottato permette una grande flessibilità di progettazione per consentire una migliore progettazione degli spazi e fornire una migliore gestione di eventuali future modifiche degli alloggi;
- il legno è impiegato come regolatore igro-termico naturale per ottenere spazi di vita più confortevoli e salubri.





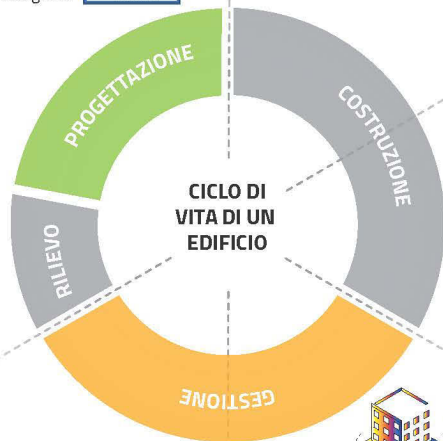
Inoltre per le partizioni interne è stata utilizzata Habito activ'air, tecnologia di Gyproc Saint-Gobain, in grado di neutralizzare gli inquinanti tra le mura domestiche, assorbendoli e trasformandoli in composti inerti non più volatili o pericolosi. Le pareti sviluppate da Saint-Gobain abbattano gli agenti insalubri che *ammalano* le nostre abitazioni: prima tra tutte la formaldeide, presente in colle e resine per la realizzazione dei mobili, nelle vernici o nei detersivi; poi il monossido di carbonio, il biossido di azoto e i composti organici volatili (benzene, radon e altri allergenici).

La *sick building syndrome* non è una patologia così rara: l'Oms stima che circa il 20% della popolazione in Occidente ne sia colpito; all'inquinamento ambientale viene fatto risalire 1/4 di tutte le patologie croniche e degenerative negli adulti e 1/3 nei bambini sotto i 5 anni. Circa il 40% dei materiali utilizzati in edilizia e nelle pulizie domestiche possono avere effetti nocivi sulla salute degli abitanti, secondo l'Oms.

RUOLO IN RELAZIONE ALLA FILIERA DIGITALE

3D

progettazione
integrata



6D certificazione

IMPATTO SUGLI INDICATORI

**INDICATORI
SOCIO-ECONOMICI**

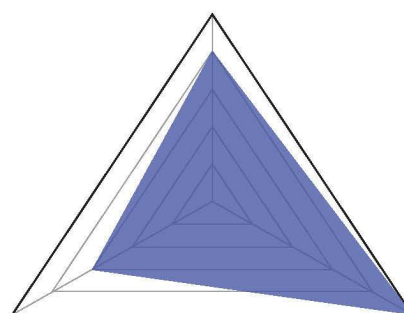
Social Housing certificato

**INDICATORI
ENERGETICI**

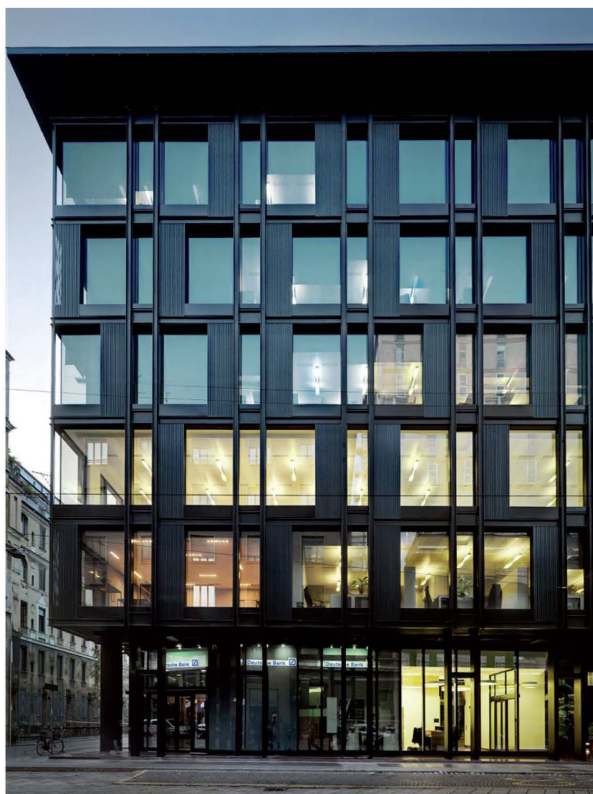
Ottime prestazioni
raggiunte

**INDICATORI
AMBIENTALI**

Salubrità degli
ambienti



GREEN LEASE: LA SERENISSIMA OFFICE BUILDING



Progettisti: Park Associati con General Planning srl
Cliente: Morgan Stanley S.G.R.

Localizzazione: Via Turati, Milano
Direzione lavori: General Planning srl
Gestione del progetto: ECHarris Built Asset Consultancy, Milano
Progetto paesaggistico: Marco Bay Architetto, Milano

Coconsulenze e certificazioni
Certificazione LEED: Habitech Distretto Tecnologico Trentino S.c.a.r.l, Rovereto
Certificazione energetica: Arch. Azor Malpocher, Pinzolo (TN)
Consulenza antincendio: General Planning, Milano
Consulenza sicurezza: PRO.JE.CO Engineering, Dalmine (BG)

Esecuzione lavori
Impresa esecutrice: Mangiavacchi e Pedercini, Milano
Impianti: Furiga Impianti Spa, Besozzo (VA)
Facciata: CNS Spa, Milano
Paesaggio: Lazzaro Cappellini snc, Carugo (CO)

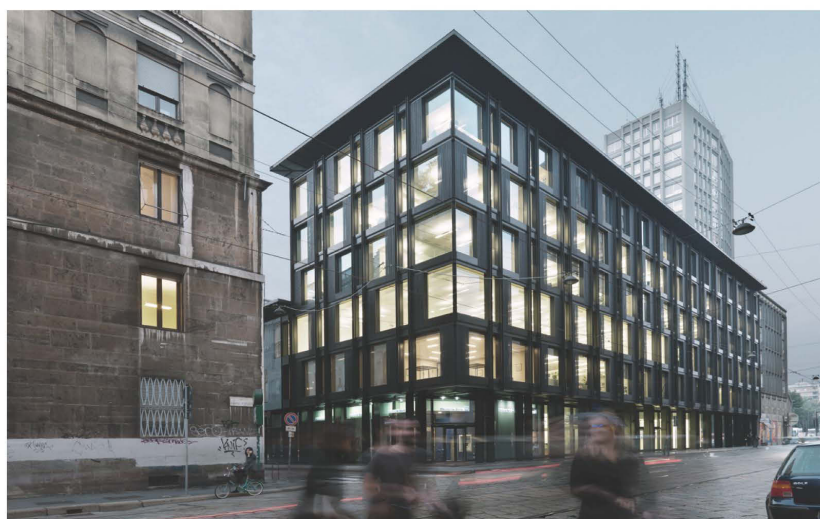
Il progetto di riqualificazione dell'ex sede Campari ad opera dei Park Associati, che interviene sull'edificio realizzato nella seconda metà degli anni '60 dai fratelli Soncini, lavora sul recupero di volumetrie al piano terreno, dove la generosità di spazi bene si presta ad una riconversione a carattere commerciale, mantenendo comunque parte della zona verde centrale e puntando su un nuovo flessibile sistema distributivo degli spazi interni per uffici. Una particolare attenzione è stata rivolta ai fronti: "Tale risultato è stato raggiunto anche attraverso la creazione di una pelle vetrata composta da moduli variabili in grado di ricomporre, come un foglio morbido e trasparente, la nuova distribuzione degli spazi del piano terra che vedono nella definizione di un unico ingresso, uno degli obiettivi del progetto".

Il progetto, commissionato dalla Società di Gestione del Risparmio (S.G.R.) targata Morgan Stanley, è stato rispettoso dell'impostazione originaria ed è stato in grado di trasformare elementi tecnologicamente avanzati all'epoca della costruzione, ma oggi antieconomici e non più sostenibili, in un nuovo sistema capace di raggiungere la certificazione LEED Gold: prima volta in Italia per un caso di *major renovation*. Morgan Stanley ha quindi voluto certificare l'intera operazione grazie ad un sistema capace di tenere in considerazione sostenibilità del

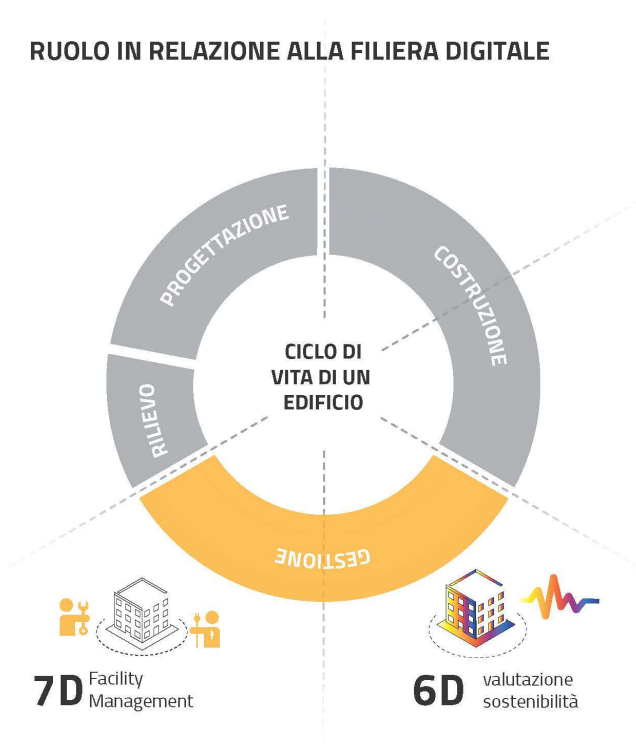


sito, gestione dell'acqua, energia e atmosfera, materiali e risorse, qualità ambientale interna (le 5 aree principali della certificazione LEED). Proprio su queste premesse la S.G.R. ha potuto impostare l'impiego di un nuovo strumento finanziario di gestione del patrimonio immobiliare: un *green lease* con Deutsche Bank per la nuova sede, che qui ha trovato l'attuazione dei propri obiettivi di Corporate Social e Environment Responsibility. Nati come contratti di locazione verdi, prevedono l'accordo tra conduttore e locatore finalizzato all'efficientamento energetico e alla gestione sostenibile dell'edificio. I *green lease* si configurano quindi come forme contrattuali capaci di attribuire valore economico all'immobile non solo per la sua costituzione morfologica, ma soprattutto per le prestazioni energetiche.

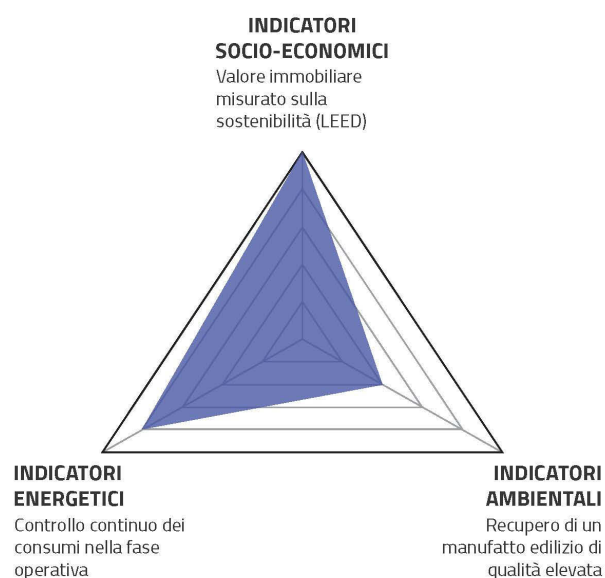
Questa virtuosa esperienza italiana apre la prospettiva di concepire gli edifici come sistemi intelligenti capaci di raccogliere dati ed impiegarli al fine di ottimizzare la gestione energetica, che diventa ancor più fondamentale nel momento in cui risulta essere l'elemento di misura economica di un contratto di locazione. Secondo Jones Lang LaSalle, compagnia specializzata in servizi immobiliari e gestione dei capitali, questa forma contrattuale può portare, nel breve termine, a risparmi sui costi di utility fino al 13%: è chiaro, però, come tale strumento sia stato concepito per un panorama di gestione immobiliare a proprietà indivisa e per soggetti che, di questa attività, ne facciano il loro core business. I dati e il sistema di analisi dei flussi degli stessi diventano, in questa ottica, la premessa per lo sviluppo di modelli innovativi di gestione del patrimonio immobiliare:



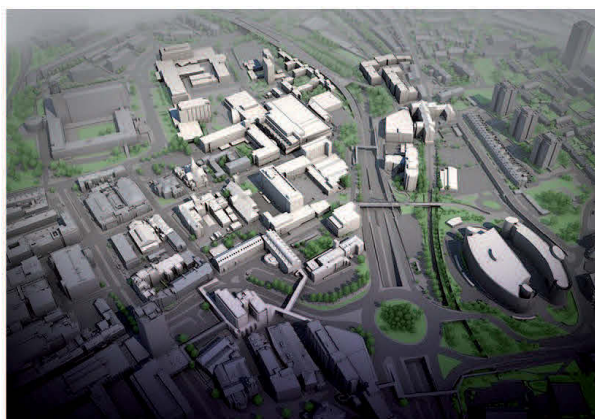
RUOLO IN RELAZIONE ALLA FILIERA DIGITALE



IMPATTO SUGLI INDICATORI



NORTHUMBRIA UNIVERSITY CAMPUS

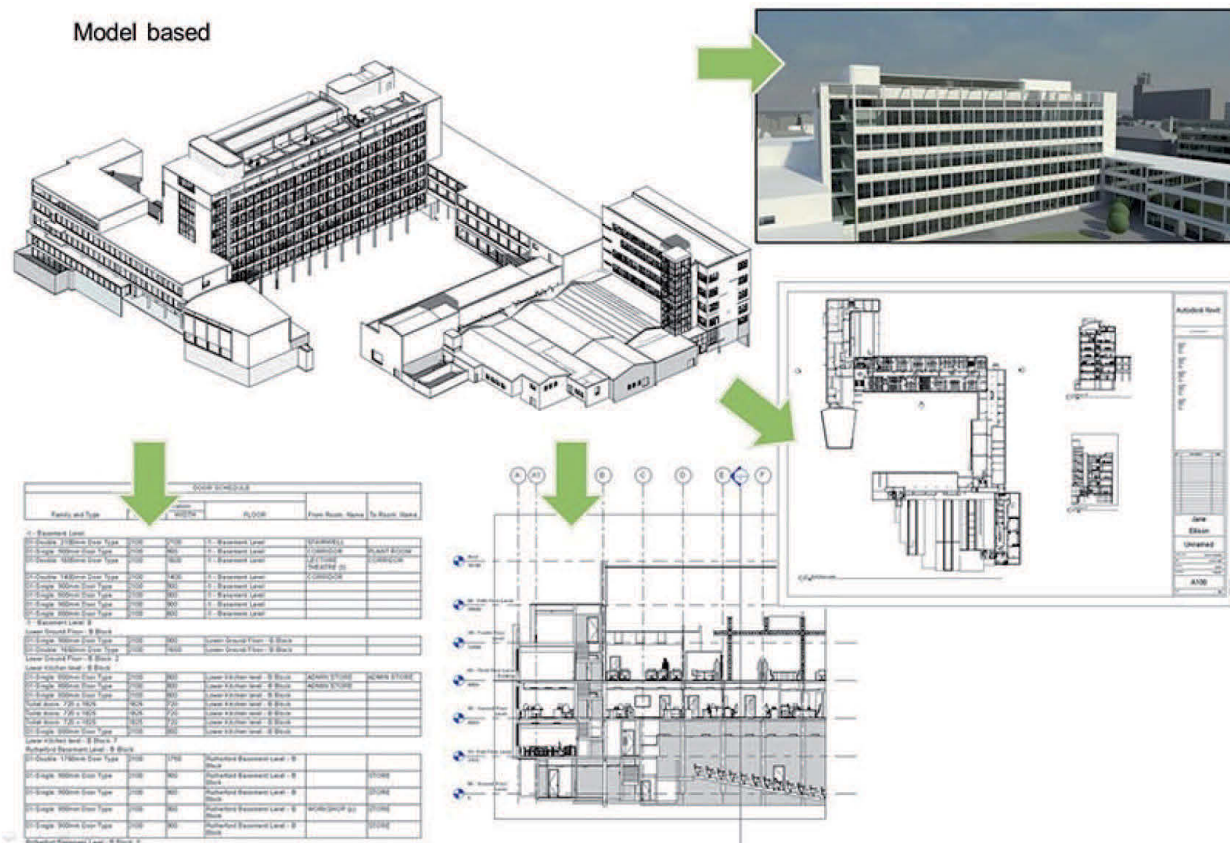


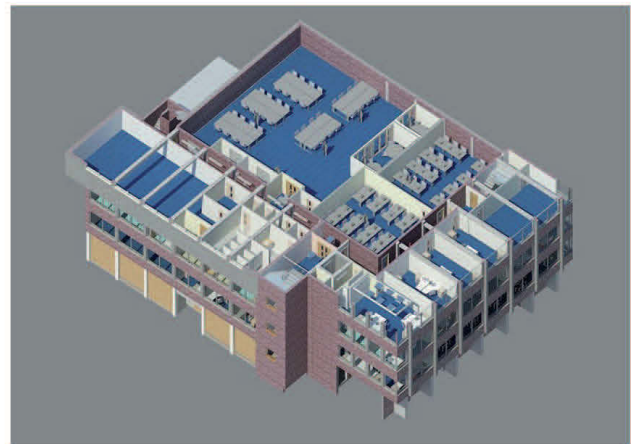
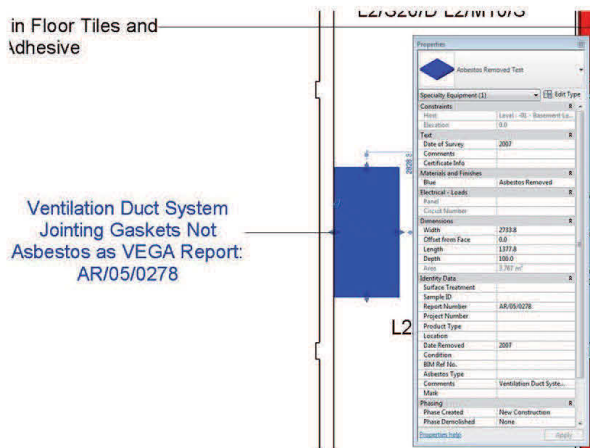
Localizzazione: Newcastle upon Tyne
Committente: Ufficio gestione immobili, Northumbria University
Coordinamento: Steve Lockley, Direttore della Ricerca, BIM Academy

Superficie: 120.000 mq
 Immobili: 32 edifici non residenziali
 Team di lavoro: 5 persone
 Durata lavoro: 5 settimane
 Costo: £0.33/mq

La finalità del progetto di ricerca condotto dal Professor Steve Lockley, Direttore della ricerca della BIM Academy della Northumbria University, ha consistito nel dotare gli uffici universitari di gestione degli immobili di avanzati sistemi informativi per le operazioni di manutenzione ordinaria. Il percorso di creazione dei 32 modelli di altrettanti edifici non residenziali che compongono il campus universitario è stato effettuato da un team di 5 tecnici specializzati, utilizzando Autodesk Revit, sulla base delle piante DWG, delle scansioni JPG degli elaborati originari degli alzati e dei database Excel a disposizione dell'ufficio competente.

L'operazione, durata 5 settimane per un costo complessivo stimabile intorno alle £0.33/m², ha provveduto ad apportare benefici sostanziali alle procedure fino ad allora utilizzate. Le molteplici rappresentazioni bidimensionali e i fogli di calcolo erano precedentemente aggiornati manualmente e separatamente: in considerazione delle variazioni a cui il campus è soggetto ogni anno era necessario dedicare un tecnico a tempo pieno all'operazione. L'utilizzo di un modello BIM invece permette un risparmio immediato nella semplice correlazione tra tutti gli elaborati output con un unico database tridimensionale rappresentativo dell'esistente. Inoltre, mediante



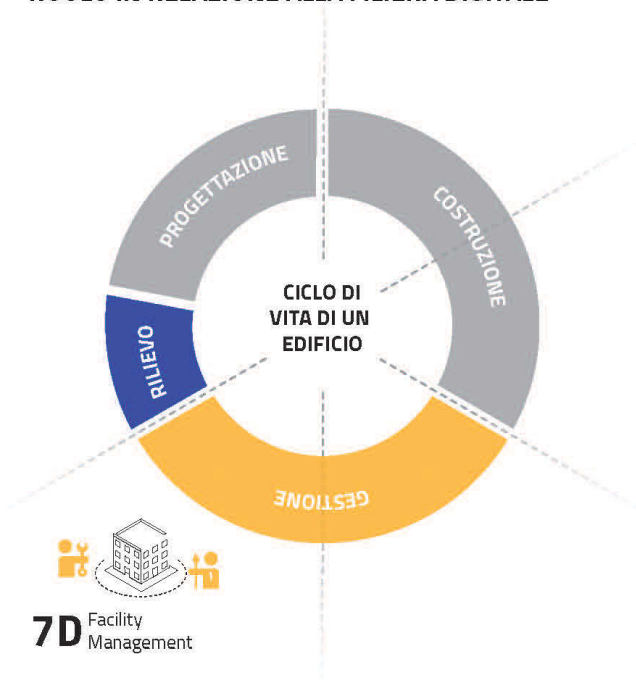


l'esportazione del modello in base allo standard IFC è stato possibile implementare applicativi dedicati alla programmazione e gestione degli spazi, segnalazione dei guasti, così come della valutazione delle performance dell'edificio. Tali servizi possono di conseguenza generare un'ulteriore riduzione di tempi e risorse.

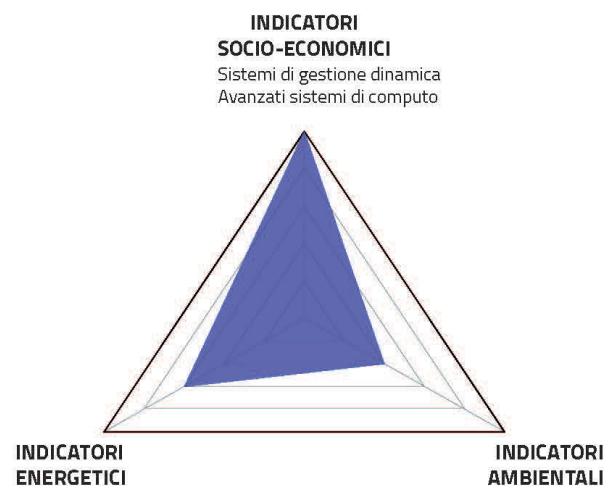
Inoltre l'esperienza del team di ricerca della BIM Academy ha potuto fornire ulteriori consigli all'ufficio universitario di gestione immobili, dalla formazione specifica alle strategie di aggiornamento dei dati, così come ad una definizione appropriata del *Level of Development* finalizzato al *Facility Management*. Nonostante la fase di *authoring* non vada confusa con quella di accesso ed utilizzo dei dati, è necessario definire una convezione relativa al LOD per quanto concerne gli step di aggiornamento dei dati, con particolare riferimento alle operazioni di manutenzione straordinaria.

In conclusione all'esperienza è possibile affermare che il BIM dedicato al *Facility Management*, pur essendo un campo di indagine ancora in via di sviluppo, mostra già chiari benefici rispetto ai sistemi in uso precedentemente. Al tempo stesso però è necessaria una formazione specifica e soprattutto il mantenimento di una indipendenza delle procedure di lavoro rispetto a standard software proprietari.

RUOLO IN RELAZIONE ALLA FILIERA DIGITALE



IMPATTO SUGLI INDICATORI



RESTAURO DEL TEATRO LIRICO DI MILANO



Committente: Comune di Milano
Progettazione: Ufficio tecnico comunale

Consulenza di processo: Gianni Utica, Politecnico di Milano
Consulenza rilievo: Simone Oppici, Alessandro Grieco, Leica Geosystems
Consulenza BIM: Tatiana Dzambazova, Ilaria Lagazio, Autodesk Consulting
Indagini strutturali: Roberto Conta, Metropolitana Milanese
BIM Manager: Matteo Giani

Superficie: 9.550mq
Importo lavori: 8.127.447 euro
Durata lavori: 450 giorni - inizio Gennaio 2016
Società aggiudicataria: Garibaldi srl

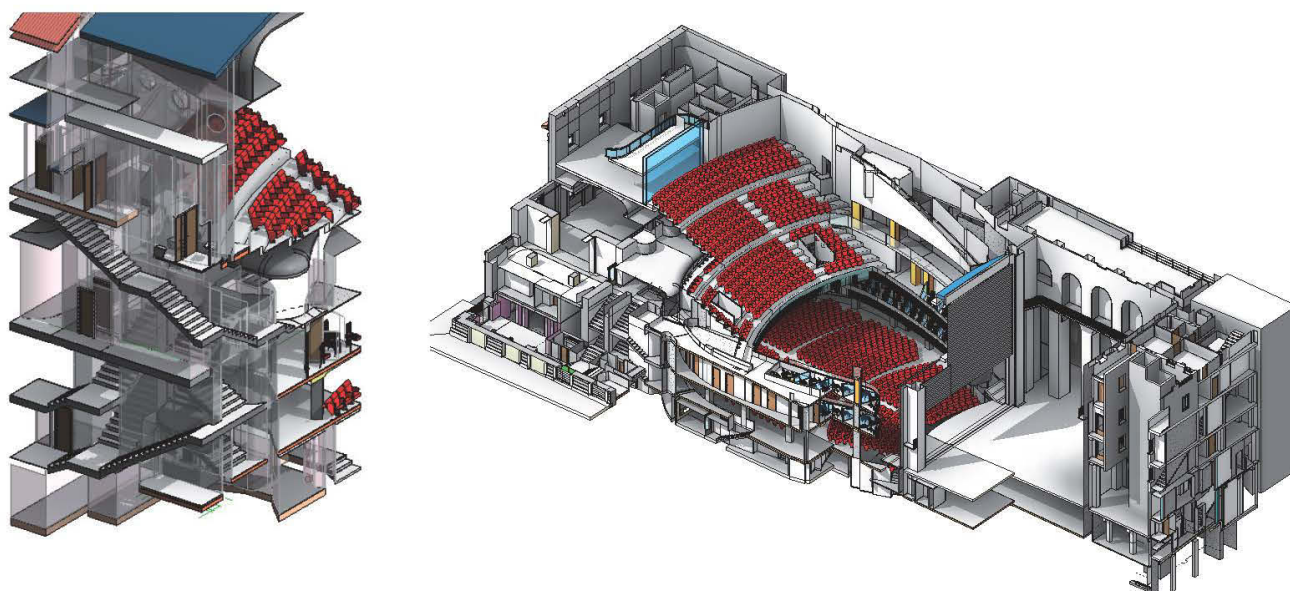
Il Comune di Milano, autore del progetto di riqualificazione del Teatro Lirico, ha sperimentato, avvalendosi della consulenza del Politecnico di Milano, di Leica Geosystems e Autodesk Consulting, una importante innovazione procedurale e tecnologica. La necessità primaria, infatti, prima di indire qualsiasi bando per il restauro del Teatro Lirico, era quella di avere una situazione precisa delle condizioni attuali del manufatto.

Grazie al contributo di un team Leica Geosystem, è stato effettuato il rilievo laser scanner dell'intero immobile: tecnicamente sono state effettuate 550 stazioni, corrispondenti ad un totale di circa dieci miliardi di punti. La fase di *post-processing* dei dati è poi avvenuta in ambiente Autodesk. "Il software Autodesk ReCap ha semplificato il processo di documentazione, creando dati 3D digitali contestuali di oggetti fisici e ambienti con scansioni laser. Il rilievo del Teatro Lirico di Milano rappresenta una nuova applicazione della tecnologia di acquisizione



della realtà, dove i dati acquisiti saranno oggetto del progetto di restauro ma resteranno comunque nel patrimonio del Comune anche per interventi futuri di manutenzione e ampliamento.” – ha dichiarato Tatjana Dzambazova, Senior Product Manager, Reality Capture, Autodesk, all’evento di presentazione – “Un progetto di questo tipo non solo consente di verificare lo status del teatro con elevati livelli di precisione che renderanno più semplice l’intervento di restauro ma permette al Comune di fare una stima più attenta dei costi che comportano di conseguenza una gestione migliore del bando di gara per l’assegnazione del progetto”. La consulenza di Autodesk ha infatti permesso ai tecnici comunali di realizzare il modello BIM dell’intero teatro da utilizzare per effettuare il computo metrico estimativo dei lavori e stabilire la base d’asta del bando per il restauro conservativo.

Oltre al ripristino del corpo centrale, sono previsti un nuovo impianto di riscaldamento e di illuminazione, il rifacimento del tetto e la realizzazione di complessivi 1500 posti a sedere ripartiti tra la platea e i palchi. Il palco, di 400 metriquadri, sarà interamente ricostruito mentre gli ingressi resteranno quelli tradizionali da via Larga. Due le novità: la creazione di un ristorante, collocato al secondo piano e raggiungibile con un ascensore, e le sale prove laterali ampie 120 metriquadri.



RUOLO IN RELAZIONE ALLA FILIERA DIGITALE

IMPATTO SUGLI INDICATORI

