

**DIPARTIMENTO DI IMPRESA E MANAGEMENT**

**Cattedra di Organizzazione Aziendale**

# **Building Information Modeling**

*L'organizzazione dei servizi di Asset e Facility  
Management nel settore pubblico*

Relatore: **Prof. Nunzio Casalino**

Candidato: **Federico Platoni**  
**Matr. 217631**

**ANNO ACCADEMICO 2019/2020**

# INTRODUZIONE

Il Building Information Modeling (BIM) è un processo che consente di generare, raccogliere e gestire tutti i dati di un edificio durante il suo ciclo di vita: progettazione, costruzione, mantenimento e demolizione.

Le fasi di progettazione e costruzione incidono solo su una minima parte della vita dell'edificio in termini di tempi e costi, rispetto al Facility Management (FM). Tuttavia, l'adozione del BIM nella fase FM di progetto, con i relativi vantaggi e difficoltà, è sorprendentemente meno esplorato dalla letteratura disponibile rispetto alle altre fasi del progetto.

Il principale ostacolo all'adozione del BIM per il ciclo di vita dell'edificio è la paura che non soddisfi le esigenze del professionista come fa il metodo tradizionale. Inoltre, un'opinione comune è quella che il BIM possa stravolgere il modo di gestire gli edifici. Infine, la necessità di corsi di formazione è sicuramente una grande ostacolo in termini di capacità, denaro e tempo da spendere.

I problemi presentati sono ancora più evidenti se guardiamo alla Pubblica Amministrazione (PA).

Infatti, oltre agli ostacoli sopra descritti, la PA deve fare i conti con un budget limitato e con un gran numero di professionisti con competenze molto eterogenee.

Lo scopo del lavoro di ricerca è sottolineare la possibilità di integrazione BIM e FM nella PA, di evidenziare le principali barriere, i problemi che sopravvivono con la pratica corrente e i vantaggi più considerevoli di questa fusione.

L'analisi del problema discusso ha portato il lavoro di ricerca allo studio di una procedura in grado di implementare strumenti e metodi innovativi per gestire la varietà dei processi che caratterizzano il settore delle costruzioni ed in particolare la gestione del costruito, utilizzando strumenti semplici che non interrompono il processo procedurale del metodo convenzionale.

Il focus della ricerca è l'integrazione del BIM con un database dinamico al fine di fornire un potente strumento per il controllo delle variabili di Maintenance Management (MM).

Il lavoro di ricerca si sviluppa in quattro capitoli:

- Il primo capitolo fornisce al lettore una panoramica del contesto di riferimento della metodologia strumento BIM, vengono trattate le varie fasi di maturità dello strumento e sono analizzati gli aspetti che depongono a favore ed a sfavore dell'utilizzo di tale metodologia.

- Nel secondo capitolo vengono riportate alcune definizioni di Facility Management per poi passare ad un'analisi del mercato internazionale ed italiano, concludendo in fine con l'elencazione e la descrizione dei principali modelli di organizzazione dei servizi di Facility Management.
- Il terzo capitolo invece si concentra sull'analisi dello strumento BIM al servizio del Facility Management prendendo in considerazione sia gli aspetti positivi sia quelli negativi.
- Il quarto ed ultimo capitolo prevede una trattazione in generale delle metodologie adottate da Senate Properties nella gestione del patrimonio immobiliare finlandese, segue l'analisi del caso dell'implementazione delle tecnologie BIM orientate al Facility Management adottate dal Politecnico di Torino nella riorganizzazione del centro linguistico di ateneo.

# INDICE

INTRODUZIONE	2
CAPITOLO 1: INTRODUZIONE ALLO STRUMENTO BIM	7
1.1. Introduzione	4
1.2. Livelli di maturità del BIM	9
1.3. Problematiche relative all'adozione del BIM	11
1.4. Vantaggi relative all'adozione del BIM	14
CAPITOLO 2: IL FACILITY MANAGEMENT	16
2.1. Introduzione al Facility Management	16
2.2. Il mercato del Facility Management	20
2.3. Modelli di organizzazione e gestione	22
CAPITOLO 3: IL BUILDING INFORMATION MODELING ORIENTATO AL FACILITY MANAGEMENT	27
3.1. Bim e facility management	27
3.2. Problemi con le attuali pratiche di FM	28
3.3. Principali vantaggi del BIM orientato al FM	31
CAPITOLO 4: IL CASO DI SENATE PROPERTIES E DEL POLITECNICO DI TORINO	36
4.1 Le recenti tendenze per la gestione dei patrimoni pubblici: Il caso della Finlandia	36
4.2 Applicazione dei requisiti Senate Properties BIM al nuovo centro linguistico di ateneo del Politecnico di Torino	38
4.3 La gestione degli edifici pubblici con applicativi BIM	40
Conclusioni	46
BIBLIOGRAFIA	48
Ringraziamenti	60

# INDICE DELLE FIGURE E DELLE TABELLE

<b>Figura 1:</b> <i>Bim e ciclo di vita di un edificio</i>	8
<b>Figura 2:</b> <i>BIM maturity level</i>	9
<b>Figura 3:</b> <i>Synthetic scheme of BIM applications</i>	10
<b>Figura 4:</b> <i>Summary of barriers in BIM implementation</i>	12
<b>Figura 5:</b> <i>Existing BIM skills provision</i>	13
<b>Figura 6:</b> <i>Principali vantaggi del BIM</i>	15
<b>Figura 7:</b> <i>Facility Management</i>	17
<b>Figura 8:</b> <i>Scheme of the main Facility Management aspects</i>	20
<b>Figura 9:</b> <i>Regional market structure of the Italian Facility Management market</i>	22
<b>Figura 10:</b> <i>Principali vantaggi del BIM applicato al FM</i>	35
<b>Tabella 1:</b> <i>Summary of the Academic definition of “Facilities Management</i>	18
<b>Tabella 2:</b> <i>Summary of the Companies and Associations definition of Facilities Management</i>	19
<b>Tabella 3:</b> <i>Estimated FM market value by different research bodies</i>	21
<b>Tabella 4:</b> <i>Cost analysis of inadequate interoperability in the US capital facility industry</i>	30
<b>Tabella 5:</b> <i>Cost analysis of inadequate interoperability in the US capital facility industry</i>	31

# CAPITOLO 1: INTRODUZIONE ALLO STRUMENTO BIM

## 1.1 Introduzione

Il BIM nasce con l'evoluzione del settore delle costruzioni (Lee, Dossick e Foley, 2013; Liu e Yilmaz, 2014; Babatunde et al., 2018), gli anni passati sono stati caratterizzati da un graduale passaggio dalla vecchia pratica progettuale, basata su disegni su carta, a quello del CAD e successivamente dalla progettazione bidimensionale fino alla modellazione digitale 3D (Andy Wong, Francis Wong e Nadeem, 2011).

Oggi viene fatto un ulteriore passo avanti grazie all'introduzione del metodo BIM per cui un modello non rappresenta una semplice visualizzazione tridimensionale ma esprime una pluralità di informazioni e di dati (Babatunde et al., 2018).

Questi dati sono necessari per creare e controllare la progettazione, la costruzione e la fase di gestione degli edifici e delle infrastrutture in modo più sostenibile e più efficiente (Babatunde et al., 2018), pertanto questa metodologia viene applicata con l'obiettivo di produrre, analizzare e comunicare dati su modelli di edifici (Musa et al., 2016).

L'oggetto 3D creato con l'utilizzo di software di authoring BIM, presenta una serie di attributi che possono essere correlati all'intero ciclo di vita dell'edificio ed espressi in un database (Musa et al., 2016); quindi, il BIM non è un'applicazione ma un sistema basato su dati e informazioni. Costituisce, in una visione a lungo termine, un cambiamento nel modo in cui gli attori si relazionano l'uno con l'altro e nel modo in cui interagiscono con l'edificio e il suo contesto.

In generale, è possibile dire che Building Information Modeling è una sequenza logica di fasi e operazioni collegate da un comune obiettivo.

Il comitato National Building Information Modeling Standards (NBIMS) degli USA definisce il BIM come segue:

*“Il BIM è una rappresentazione digitale delle caratteristiche fisiche e funzionali di una struttura. Un file BIM è un insieme di conoscenze e informazioni condivise su una struttura che costituisce una base affidabile per le decisioni durante il suo ciclo di vita, definito come esistente dalla prima concezione alla demolizione. Una premessa di*

*base è che il BIM è la collaborazione di diversi stakeholder in diverse fasi del ciclo di vita di una struttura per inserire, estrarre, aggiornare o modificare le informazioni nel BIM e per supportare e riflettere i ruoli di quella parte interessata (NBIMS, 2010).”*

Come risulta chiaro dalla definizione precedente, una delle sue più importanti innovazioni è legato alla lettera I dell’acronimo ovvero "Informazione". Lo strumento infatti consente di aggiungere al semplice modello grafico 3D un database contenente caratteristiche e informazioni dell'edificio che sarà aggiornato durante tutto il ciclo di vita dello stesso.

Pertanto, l'uso del BIM nell'industria dell'architettura, dell'ingegneria e delle costruzioni (AEC) consente a tutti i professionisti coinvolti nel ciclo di vita di un edificio di comunicare tra loro attraverso lo scambio di dati, il modello 3D e il database (Lavikka et al., 2018).

Il BIM, in questo senso, semplifica la comprensione di tutti i file riguardanti le caratteristiche costruttive, superando le possibili problematiche legate alla costruzione e alle fasi di gestione mediante la simulazione al computer.



Figura 1: Bim e ciclo di vita di un edificio

## 1.2 Livelli maturità BIM

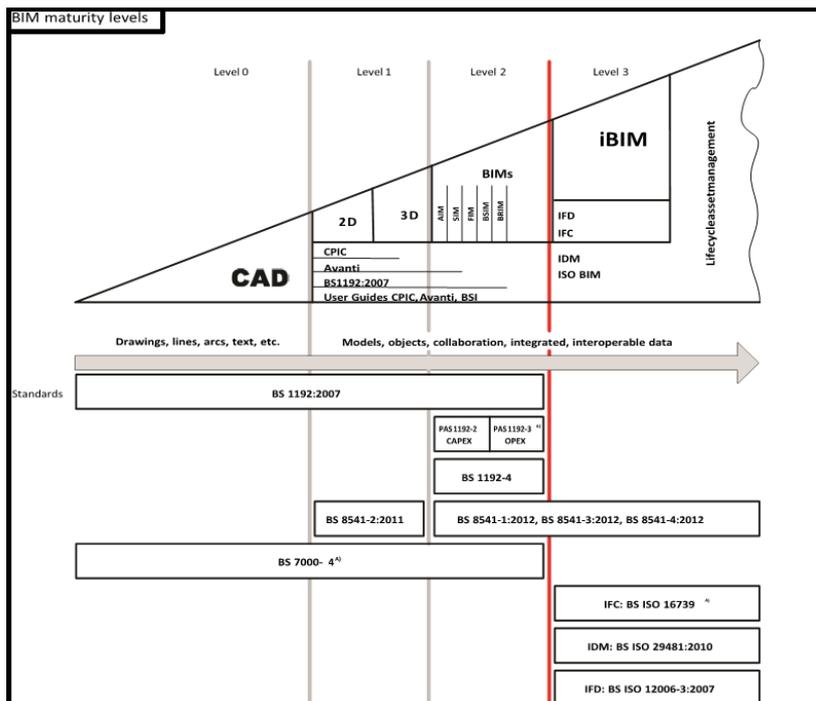


Figura 2: BIM maturity level – source: Mark Bew and Mervyn Richards

Un modo comunemente usato per comprendere il BIM è spiegare il diagramma di maturità BIM elaborato nel Regno Unito (figura 2), sviluppato da Mark Bew e Mervyn Richards.

Questa definizione rappresenta i livelli di progressione di un progetto che utilizza la metodologia BIM. In particolare, il governo del Regno Unito ha riconosciuto che il processo di maturazione delle potenzialità dello strumento potesse essere sintetizzato sotto forma di "livelli".

Questi sono stati definiti in un intervallo da 0 a 3 e, sebbene vi sia un certo dibattito sull'esatto significato di ogni livello, il concetto generale è il seguente:

- **Livello 0.** Significa che il processo è gestito tramite strumenti simili al 2D di CAD, quindi è la forma più semplice che si possa immaginare dello strumento BIM ed effettivamente significa nessuna collaborazione tra le varie figure professionali impegnate in un progetto. La produzione e la distribuzione avviene tramite carta o stampe elettroniche, o una combinazione di entrambi (National Building Specifiche (NBS), 2014; Mordue, 2019).
- **Livello 1.** Il processo viene gestito sia con gli strumenti 2D che 3D. Le visualizzazioni 3D sono utilizzate durante le fasi iniziali del progetto per le simulazioni o come risultato finale da mostrare ai clienti. A questo livello, i vantaggi del BIM non sono totalmente sfruttati ma al contrario vengono utilizzate solo poche potenzialità. Lo strumento, utilizzato a questo livello, si comporta

come un modello 3D e non ancora come fonte di dati (National Building Specification (NBS), 2014; Mordue, 2019).

- **Livello 2.** Secondo la National Building Specification (NBS) (2014), il livello 2 BIM si distingue per il lavoro collaborativo e richiede un processo di scambio di informazioni che è specifico per il singolo progetto e coordinato tra i vari partecipanti al progetto stesso.

I modelli, costituiti sia da dati geometrici 3D che da grafici, sono preparati da figure professionali diverse che coinvolgono tutto il ciclo di vita del progetto.

Questi modelli separati vengono riuniti a intervalli concordati per formare un modello federato. I dati possono includere la sequenza di costruzione (4D) e il costo (5D) (National Building Specification (NBS), 2014; Mordue, 2019).

- **Livello 3.** Non è stato ancora completamente definito, tuttavia natura di questo livello è delineata nel Piano strategico del Regno Unito (HM Government, 2015b).

L'obiettivo è creare degli edifici in grado di essere sostenibili dal punto di vista ambientale ma anche facilmente gestibili, offrire risultati elevati in termini di asset performanti e fornire un valore eccezionale per il cliente, nonché una base di conoscenze per supportare smart city e per far prosperare le comunità nei nostri ambienti urbani (National Building Specifiche (NBS), 2014; Mordue, 2019).



Figura 3: Synthetic scheme of BIM applications

## 1.3 Problematiche relative all'adozione del BIM

Il BIM è una metodologia che porta con sé un nuovo modo di condurre il lavoro. Aziende o PA che decidono di adottarlo beneficiano del suo approccio in cui tutti i dati possono essere condivisi in un ambiente collaborativo (Fox e Hietanen, 2007). Per adottare il BIM, però, bisognerebbe prima di tutto cambiare il modo di intendere il processo di costruzione. Infatti le tecnologie informatiche alla base del BIM consentono la condivisione di informazioni che, una volta create, possono essere utilizzate durante tutto il ciclo di vita (Wong, Ge and He, 2018).

La domanda di BIM sta aumentando di recente, dato che molte organizzazioni internazionali e governi nazionali stanno avviando iniziative legislative per promuoverlo (Cheng e Lu, 2015).

Ciò non ostante un recente studio svolto negli Stati Uniti ha affermato che il settore architettura, ingegneria e costruzioni (AEC) accusa un lento tasso di digitalizzazione, in particolare in termini di costruzione di asset digitali e creazione di posizioni lavorative altamente digitalizzate, rispetto a molte altre realtà industriali (Manyika et al., 2015; Gandhi, Khanna e Ramaswamy, 2016).

Per di più ulteriori ricerche, incentrate sulla diffusione della digitalizzazione e in particolare sul BIM nell'industria AEC, riportare la stessa situazione in alcuni Paesi europei e in altre parti del mondo come l'Australia, India, Cina e Sud Africa, ecc. (Vishal e Jan, 2015; Hore et al., 2017; Sreelakshmi et al., 2017; Ayinla e Adamu, 2018; Jin et al., 2018; Oke et al., 2018).

Secondo (Kiviniemi et al. 2008) i principali ostacoli nell'implementazione del BIM possono essere raggruppati in: **problemi legali** (comprese le responsabilità non definite del contenuto dei dati nei modelli e lo status giuridico di questi modelli rispetto ad altri documenti), **problemi aziendali** (interessati con l'assegnazione di ruoli, responsabilità e premi), **problemi umani** (legati alla paura del cambiamento e resistenza alle alterazioni dei ruoli) e **problemi tecnici** (legati all'imaturità del software, in particolare in termini di scambio di dati e interoperabilità) (Kiviniemi et al., 2008; Codinhoto et al., 2013).

Inoltre, nella loro ricerca, Liu et al., (2015) mirano a: dare la priorità, identificare e classificare gli ostacoli all'implementazione del BIM nel settore AEC attraverso un sondaggio. Li classificano in cinque gruppi principali:

- 1) Mancanza di uno standard nazionale.
- 2) Alto costo di applicazione.
- 3) Mancanza di competenze personale.

- 4) Questioni organizzative.
- 5) Questioni legali.

Ogni barriera può quindi essere divisa in due o tre sottogruppi come presentato nella figura 4. (Liu et al., 2015)

Category	Item	Literature
Lack of national standard	Incomplete national standard	Bernstein & Pittman, 2004; Thomson & Miner, 2006; Bjork & Laakso, 2010; Azhar, 2011; Aibinu & Venkatesh, 2014; Alreshidi et al., 2014
	Lack of information sharing in BIM	
	High initial cost of software	
High cost of application	High cost of implementation process	Allen Consulting Group, 2010; Thomson & Miner, 2010; Azhar, 2011; Ganah & John, 2014
	Lack of skilled personnel	
Organizational issues	Lack of professionals	Smith & Tardif, 2009; Allen Consulting Group, 2010; Sharag-Eldin & Nawari, 2010; Becerik-Gerber et al., 2011; NATSPEC, 2013; Wu & Issa, 2014
	High cost of training and education	
Legal issues	Process problems	Arayici et al., 2011; Won et al., 2013; Aibinu & Venkatesh, 2014; Demian & Walters, 2014
	Learning curve	
	Lack of senior support	
Legal issues	Ownership	Thomson & Miner, 2006; Chynoweth et al., 2007; Azhar, 2011; Udom, 2012
	Responsibility for inaccuracies	
	Licensing problems	

Figura 4: Summary of barriers in BIM implementation – Source: Liu et al. 2015

Le nuove tecnologie hanno sempre difficoltà ad essere adottate (Liu et al., 2015) perché possono sembrare come un rischio che non siamo disposti a correre (Lavikka et al., 2018).

Secondo Lavikka et al. (2018), gli studi hanno dimostrato che la mancanza di conoscenza su come cambiare approccio è una delle ragioni per cui gli strumenti digitali come il BIM non sono stati utilizzati per stimolare il cambiamento in tutto il settore AEC (Fox e Hietanen, 2007; Vass e Gustavsson, 2017).

Se l'industria adotterà queste nuove tecnologie e processi in modo progressivo, sarà possibile passare da un approccio di progettazione assistita da computer (CAD) a uno di gestione dei processi senza interruzioni e ad una gestione continua e coerente dei dati.

Sebbene esista la conoscenza dei suoi vantaggi, la sua implementazione e il suo utilizzo nella fase FM sono piuttosto lente a causa della mancanza di competenze nel settore (Codinhoto et al., 2013).

Come evidenziato nella figura 5 le indagini sull'adozione del BIM hanno rivelato che il BIM è utilizzato principalmente in alcuni contesti più legati alla progettazione / costruzione che al funzionamento e alla gestione.

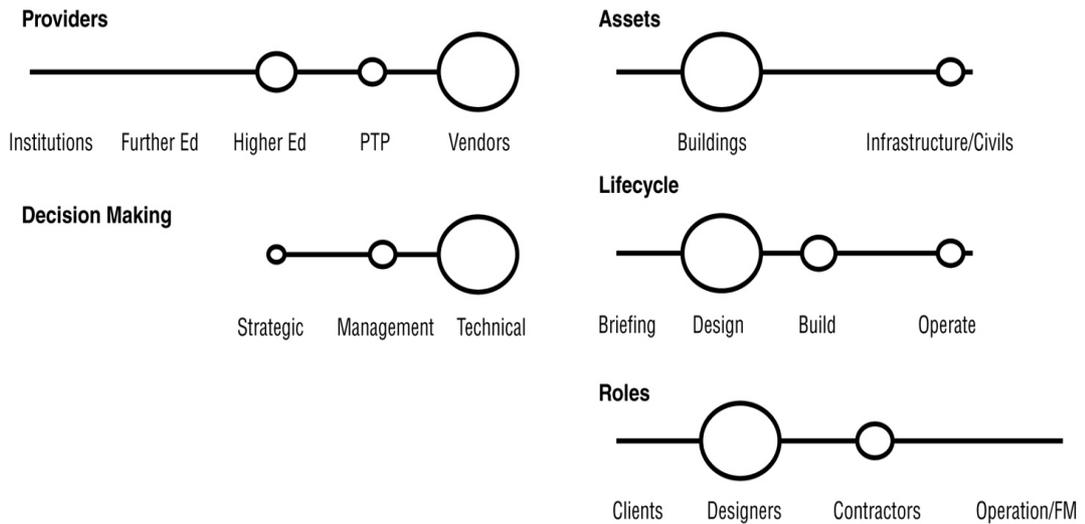


Figura 5: Existing BIM skills provision – adapted from source: Cracknell, 2012

Il BIM è stato ampiamente utilizzato nella progettazione e nella costruzione. Tuttavia, è possibile affermare che l'adozione e l'uso per scopi di FM sono praticamente inesistenti (Eadie et al., 2013; Kiviniemi e Codinhoto, 2014; Edirisinghe, Kalutara e Londra, 2016). Come analizzato da Wong et al. (2018), sono numerosi gli studi sull'applicazione delle tecnologie digitali compreso il BIM con l'obiettivo di promuovere e trasferire la digitalizzazione nelle fasi di progettazione e di costruzione, ma sono state eseguite meno ricerche per esaminare l'applicazione di queste tecnologie in fase di funzionamento e manutenzione del ciclo di vita dell'edificio (Azhar, Khalfan e Maqsood, 2012; Zhou, Whyte e Sacks, 2012; Valero, Adán e Cerrada, 2015).

## 1.4 Vantaggi relative all'adozione del BIM

Modellare in un ambiente 3D una costruzione di un edificio non significa ottenere solo risultati grafici, ma significa raggiungere un livello qualitativo del progetto superiore rispetto a quello ottenuto utilizzando un approccio tradizionale.

Ciò è possibile perché il metodo BIM supporta l'intero ciclo di vita dell'edificio (Yabuki e Li, 2006; Fox e Hietanen, 2007; Cheng e Lu, 2015; Musa et al., 2016; Babatunde et al., 2018; Lavikka et al., 2018), dalla fase di pianificazione, progettazione e costruzione (Lin, Su e Chen, 2014; Hassan, Taib e Rahman, 2018), fino alle fasi successive di funzionamento e utilizzo (Farghaly et al., 2018).

Il BIM, infatti, consente confronti tra scelte di investimento, funzionalità, obiettivi, costi ed è in grado di fornire analisi energetiche, ambientali e del ciclo di vita (Musa et al., 2016; Babatunde et al., 2018), permette di visualizzare lo stato di avanzamento del progetto dalla sua origine e coordinare, aumentare e garantire la qualità del prodotto finale che deriva da un corretto trasferimento di informazioni all'interno di operazioni di gestione dei dati (Musa et al., 2016).

Il BIM consiste principalmente in concetti di modellazione 3D oltre alla tecnologia dei database di informazioni e software interoperabile in un ambiente di computer desktop che architetti, ingegneri e gli appaltatori possono utilizzare per progettare una struttura e simulare la costruzione.

Questa tecnologia consente ai membri del team di progetto di generare un modello virtuale della struttura e di tutti i suoi sistemi in 3D e di essere in grado di condividere tali informazioni tra loro (Gerbert, 2016; Lavikka et al., 2018).

Allo stesso modo i disegni, le specifiche e i dettagli costruttivi sono fondamentali per il modello, che include attributi come la geometria dell'edificio, le relazioni spaziali, la quantità, le componenti caratteristiche dell'edificio e informazioni geografiche (Eastman et al., 2011; Volk, Stengel e Schultmann, 2014).

Questi consentono al team di progetto di identificare rapidamente i problemi di progettazione e costruzione e risolverli in un ambiente virtuale ben prima della fase di costruzione nel mondo reale.

Uno degli aspetti più importanti che riguardano la metodologia BIM è l'interoperabilità, che è il requisito essenziale per applicare efficacemente le potenzialità del BIM (Sacks et al., 2010).

Interoperabilità significa la capacità di scambiare automaticamente dati tra diversi software, facilitando il flusso di lavoro (Grilo e Jardim-Goncalves, 2010; Eastman et al., 2011).

L'interoperabilità può rappresentare uno strumento strategico per la trasmissione di dati tra diverse applicazioni e evitare errori dovuti alla rilavorazione manuale (Eastman et al., 2011). In effetti, un metodo BIM non include solo un trasferimento dati di soli attributi geometrici, che sono gli stessi dei precedenti file CAD, ma un insieme di informazioni che rendono il modello la rappresentazione virtuale del mondo reale (Tang et al., 2010; Eastman et al., 2011; Watson, 2011; Volk, Stengel e Schultmann, 2014).

Una delle chiavi caratteristiche è la struttura semantica del BIM che rende leggibili i dati dal computer, mentre i dati nei file CAD richiedono l'interpretazione umana.

Il modello può essere trasmesso ad altri software per produrre analisi specifiche come analisi energetica, valutazione dei costi, pianificazione temporale, analisi strutturale (Musa et al., 2016). In questo modo è più facile ottenere più documenti affidabili rispetto alla prassi passata.



Figura 6: Principali vantaggi del BIM

# Capitolo 2: IL FACILITY MANAGEMENT

## 2.1 Introduzione al Facility Management

Il settore immobiliare ha assunto nel tempo un indiscusso peso a livello economico internazionale. Nonostante le più recenti tendenze recessive, infatti, i dati mostrano come il settore immobiliare generi in Europa e in Italia rispettivamente circa il 10% e il 20% del PIL (Eurostat, 2012; Banca d'Italia, 2013).

L'aumento del peso economico dell'immobiliare, avvenuto con forza negli ultimi trent'anni, è stato parallelamente accompagnato da una crescita nella complessità interna del settore stesso: la sua finanziarizzazione, che ha aperto la strada ad un vero e proprio cambiamento radicale nelle logiche sottostanti l'investimento immobiliare, insieme al generale processo di terziarizzazione e un intensificarsi delle dinamiche competitive internazionali, hanno portato allo sviluppo di una molteplicità di figure professionali specializzate e ad ambiti di operatività prima sconosciuti o non espressamente formalizzati all'interno del settore (Tronconi *et al.*, 2007; Cafferata *et al.*, 2011; Abatecola *et al.*, 2013).

È proprio tra le nuove professionalità del *real estate* che nasce e si sviluppa la disciplina del *Facility Management* (FM).

Il FM è oggi ufficialmente riconosciuto come “la disciplina aziendale che coordina lo spazio fisico di lavoro con le risorse umane e l'attività propria dell'azienda. Integra i principi della gestione economica e finanziaria d'azienda, dell'architettura e delle scienze comportamentali e ingegneristiche” (IFMA, 2012). In particolare a tale disciplina, il cui massimo ambito di applicazione si trova a valle della filiera immobiliare, afferisce la gestione integrata dei servizi e dei processi rivolti agli edifici, agli spazi ed alle persone non rientranti nel *core business* di un'organizzazione ma necessari al funzionamento della stessa (Raimondo, 2006).

Nato ufficialmente negli anni Settanta negli Stati Uniti, ad opera di grandi imprese interessate ad attuare processi di esternalizzazione di funzioni di supporto del proprio core business, il FM si diffonde rapidamente in Europa nel corso degli anni Ottanta. Ed è proprio in questi anni che si evidenziano i primi tentativi di classificazione del FM, sintetizzati nel modello sviluppato da Armstrong (1982) che vede nell'integrazione tra spazi, persone e processi il valore centrale della disciplina (figura. 7).

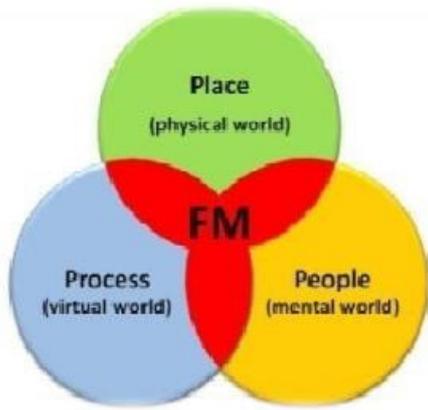


Figura 7 – Facility Management (Armstrong, 1982.)

Dagli anni Ottanta il mercato del FM è cresciuto costantemente, tanto da essere considerato oggi, con i suoi 640 miliardi di Euro, il mercato di servizi più grande in Europa (European Facility Management Conference, 2013). Si stima inoltre che, seppur in misura diversa da Paese a Paese in base al livello di maturità del mercato, il mercato del FM conti, nelle economie più sviluppate, in media il 5% del PIL (European Facility Management Conference, 2013).

Tale rilievo assunto dal FM nell'economia e, anche, nelle organizzazioni sembra dipendere da alcuni processi oggi in corso quali, in particolare (Shoet, 2005):

- 1) l'incremento dei costi di costruzione, soprattutto nel settore pubblico.
- 2) la consapevolezza dell'importanza degli effetti di una corretta gestione dello spazio sulla produttività complessiva aziendale.
- 3) le sempre più forti restrizioni burocratiche che influenzano negativamente l'avvio di nuovi progetti di costruzione.
- 4) la consapevolezza che le performance degli immobili siano strettamente dipendenti dalla manutenzione che su di questi si effettua.

Le fonti riguardanti la definizione FM possono essere strutturate in base alle loro tipologie, alcune sono classificate come definizioni Accademiche, altre come derivanti da Aziende o Associazioni (anche no profit) e poi altre ancora definite da Enti di Normazione.

<i><b>Autore</b></i>	<i><b>Definizione</b></i>
<b>Becker (1990)</b>	FM è responsabile del coordinamento di tutti gli sforzi relativi alla pianificazione, progettazione e gestione degli edifici e dei loro sistemi, attrezzature e arredi. Ciò serve a valorizzare la capacità dell'organizzazione di competere con successo in un mondo in rapida evoluzione.

<b>Thomson (1990)</b>	Il facility Management non esiste in un'organizzazione quando non c'è né pianificazione né controllo.
<b>Williams (1996)</b>	Definisce le strutture come “i locali e i servizi necessari per accogliere e facilitare l'attività imprenditoriale”. Tenendo presente questo, per avere qualche possibilità di essere pienamente conveniente la gestione delle strutture deve abbracciare direttamente i tre generici centri di costo che includono locali, servizi di supporto e tecnologia dell'informazione.
<b>Atkin and Brooks (2009)</b>	Un approccio integrato per gestire, mantenere, migliorare e adattare gli edifici e infrastrutture di un'organizzazione per creare un ambiente che supportano fortemente gli obiettivi primari dell'organizzazione.

*Tabella 1: Summary of the Academic definition of “Facilities Management”*

<b><i>Autore</i></b>	<b><i>Definizione</i></b>
<b>International Facility Management Association – IFMA (2003)</b>	Facility management come “le pratiche di coordinamento del luogo di lavoro fisico con le persone e il lavoro dell'organizzazione. Integra i principi del business, dell'amministrazione, dell'architettura e delle scienze comportamentali e ingegneristiche”.
<b>Royal Institution of Chartered Surveyors - RICS (2015)</b>	“È la disciplina che garantisce che tutti i diversi edifici e servizi di cui dispone un'azienda lavorino nel modo più efficiente possibile”.
<b>Centro ricerche economiche, sociologiche e di mercato nell'edilizia - CRESME (2017)</b>	“Il facility management è il coordinamento di tutte le attività no-core che sono essenziali al funzionamento dell'organizzazione”.
<b>Institute of Asset Management - IAM (2018)</b>	Asset management come “attività e pratiche sistematiche e coordinate attraverso le quali un'organizzazione gestisce in modo ottimale e sostenibile le proprie risorse e sistemi di asset, le prestazioni, i rischi e le spese associati durante la

	loro cicli di vita ai fini del raggiungimento del proprio piano strategico organizzativo”.
--	--

Tabella 2: Summary of the Companies and Associations definition of “Facilities Management”

Considerando tutte queste definizioni è importante dedurre alcuni elementi comuni che possono essere evidenziati e analizzati.

Prima di tutto, un principio base del FM, riconosciuto dalla maggior parte degli autori o dalle organizzazioni, è il fatto che FM significhi "integrazione", esso può essere visto come un approccio integrato (Atkin e Brooks, 2009), visione integrata (Amaratunga, Baldry e Sarshar, 2000), un modo integrato per gestire tutte le attività (Tronconi, 1998; Curcio, 2003), sistema integrato (IFMA 2003, 2011), insieme integrato di processi (BSI, 2006; BIFM, 2011; Codinhoto et al., 2013).

Per tanto il FM rappresenta l'integrazione di diversi compiti come la pianificazione, controllo, gestione (Becker, 1990; Thomson, 1990), di diverse discipline (Alexander, 1996; IFMA 2011) e di processi, persone e luoghi (Alexander, 1996; Curcio, 2003; IFMA, 2011; Isa et al., 2016) sia a livello operativo che strategico.

Un'altra questione che merita attenzione è la presenza della parola “manutenzione” in diverse definizioni (Tronconi, 1998; Hinks e McNay, 1999; BSI, 2006; Atkin e Brooks, 2009; Isa et al., 2016).

Questo è anche il fulcro di questo lavoro di ricerca in cui la gestione della manutenzione è un punto chiave.

È anche un insieme di processi che operano a tre livelli (Atkin e Brooks, 2009; Codinhoto et al., 2013) come in Figura 4:

- **Livello strategico**, è il livello in cui vengono prese le decisioni di pianificazione chiave. L'attenzione qui è sulla pianificazione. Per tanto in questa fase la responsabilità di gestire, mantenere e distribuire le risorse disponibili a supporto degli obiettivi aziendali è cruciale. Le principali attività trattano l'allocazione del budget, la distribuzione dei costi, la scelta dei fornitori, ecc.
- **Livello tattico**, è il livello in cui si svolgono i processi di analisi e progettazione. Ciò corrisponde all'adempimento dei bisogni legati ai servizi, al controllo dei risultati di gestione e dell'efficienza in fornire il servizio. Queste attività, infatti, sono fondamentali per raggiungere gli obiettivi delle organizzazioni.
- **Livello operativo**, è il livello in cui sono implementati i processi di gestione quotidiana delle strutture. Ciò è connesso alla gestione e al coordinamento dell'insieme complessivo dei servizi e comprende la definizione di

sistemi, procedure, implementazione e reingegnerizzazione dei processi di fornitura.



Figure 8: Scheme of the main Facility Management aspects

## 2.2 Il mercato del Facility Management

In precedenza è stato evidenziato che il FM si è sviluppato come un settore in rapida crescita (Isa et al., 2016; Shin et al., 2018), quindi, una panoramica del mercato FM con un focus sulla sua progressione in Italia è necessario. In particolare poiché il lavoro di ricerca si concentra sul FM nel contesto pubblico italiano, c'è la richiesta di indagare quale sia la situazione attuale dei servizi FM, modelli di gestione e sulle principali esigenze di questo settore per colmare le lacune più rilevanti.

Alcune delle ricerche più attendibili affermano quanto segue:

<i>Fonte</i>	<i>Mercato del FM Valore/Anno</i>	<i>Aspettativa del Mercato del FM Valore/Anno</i>
<b>Sonawane, (2017)</b>	\$ 31,21 miliardi/2016	\$ 80.85 miliardi/2023
<b>Mordor Intelligence, (2018)</b>	\$ 31.96 miliardi/2017	\$ 64.50 miliardi/2023

<b>Bizwit Research &amp; Consulting LLP, (2018)</b>	\$ 28.40 miliardi/2016	\$ 78.6 miliardi/2025
<b>Markets and Markets, (2018)</b>	\$ 32.21 miliardi/2017	\$ 59.33 miliardi/2023

*Tabella 3: Estimated FM market value by different research bodies*

Ciò che vale la pena dire è che, a parte le diverse stime, tutte le agenzie di mercato riconoscono che l'FM è nella sua fase di crescita. Pertanto, i servizi FM stanno acquisendo un'importanza vitale nelle aziende e nelle PA (Mordor Intelligence, 2018).

Tutte le indagini di mercato concordano sul fatto che il Nord America domina il mercato globale di FM (Grand View Research, 2016; Sonawane, 2017; Bizwit Research & Consulting LLP, 2018; Mordor Intelligence, 2018) perché è uno degli ambienti più maturi in materia di servizi FM, subito dopo segue l'area Asia-Pacifico che è riconosciuta come un contesto in rapida crescita (Grand View Research, 2016; Sonawane, 2017; Bizwit Research & Consulting LLP, 2018; Markets and Markets, 2018), In Italia la situazione è cambiata recentemente con un aumento della domanda di FM (TechSci Research, 2016) ma non è ancora ad un livello consolidato o rilevante per il mercato.

Le PA sono considerate come driver della crescita per i servizi di FM (Grand View Research, 2016; Sonawane, 2017; Mercati e mercati, 2018). In particolare, Sonawane (2017) osserva che le PA occupano le più grandi quote di mercato nel 2016. Probabilmente il motivo è che i servizi di FM sono maggiormente richiesti da organizzazioni su larga scala con un gran numero di personale, con problemi di gestione dello spazio (Sonawane, 2017), tuttavia si evidenzia che il ruolo della PA nell'acquisizione dei servizi FM è ancora ostacolato da alcuni fattori; per esempio, il basso livello di consapevolezza delle soluzioni offerte dal FM (Grand View Research, 2016), la mancanza di competenze per l'integrazione dei servizi di FM (IFMA Italia, 2017; Bizwit Research & Consulting LLP, 2018; Markets and Markets, 2018), la mancanza di consapevolezza manageriale (Markets and Markets, 2018) e l'inconsapevolezza dell'evoluzione delle tecnologie (Markets and Markets, 2018).

Questo avviene anche in Italia dove si prevede che il mercato FM registrerà una crescita in futuro (2023) (TechSci Research, 2016) e questa crescita potrà essere attribuita alla robusta domanda degli attori pubblici (TechSci Research, 2016) nella parte settentrionale dell'Italia come mostrato in Figura 9.

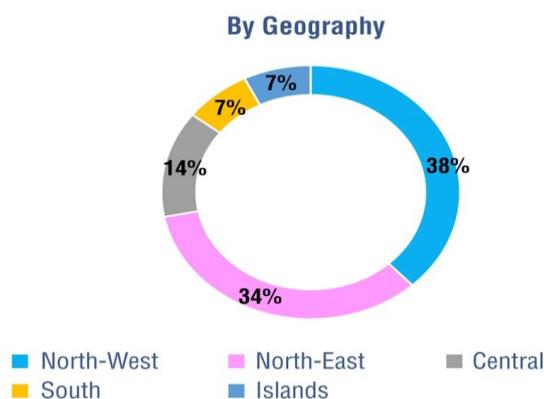


Figura 9: Regional market structure of the Italian Facility Management market TechSci (2016)

## 2.3 Modelli di organizzazione e gestione

È evidente che l'attività di un'impresa è tanto più efficiente quanto più il livello di servizi risulta adeguato alle esigenze della produzione, sia essa materiale o immateriale.

In questi ultimi anni, l'accresciuta complessità dei sistemi tecnologici, le nuove esigenze di produttività, qualità e flessibilità manifestate dalle aziende, la più forte ricerca di sicurezza e di protezione ambientale negli impianti e nei servizi, la significatività dell'aspetto economico costituito dai costi di manutenzione, hanno comportato una maggiore attenzione verso l'attività di servizio nelle sue diverse declinazioni che, come abbiamo detto precedentemente, è diventata componente essenziale per lo svolgimento del core business.

La tendenza, poi, che ha visto dapprima le industrie più grandi e via anche quelle di minori dimensioni optare per l'esternalizzazione dei servizi, può essere giustificata tenendo conto in particolare delle seguenti motivazioni:

- **La necessità di dedicare risorse economiche e umane al core business.** La necessità di forte competitività e i momenti di crisi economica obbligano le imprese a contrarre tutti quei costi che non hanno un riscontro diretto sul prodotto finale. L'outsourcing totale o parziale di servizi a società terze (da cui

“terziarizzazione”) permette non solo di ridurre, ma anche di pianificare e controllare i costi. È bene sottolineare come la riduzione dei costi non sia legata ad una accessibile assoluta del costo di erogazione del singolo servizio (spesso invece, erroneamente pubblicizzata da fornitori multiservizi che applicano sconti in relazione alla quantità di servizi acquistati), quanto piuttosto ad un effetto indiretto apprezzabile nel medio-lungo periodo, dovuto al miglioramento della qualità e dell'efficienza di quei servizi. Inoltre, affidando ad un solo fornitore l'erogazione dei servizi e la loro gestione, è possibile un maggior coordinamento tra le varie attività riducendone così anche i costi.

- **La ricerca di un know how specifico**, cioè di quelle conoscenze in possesso dei fornitori qualificati per l'erogazione di un servizio, attraverso le quali un'azienda può avere accesso a risorse tecniche, logistiche e umane che non sarebbero reperibili all'interno.
- **La flessibilità del servizio**, che essendo maggiormente adattabile al mutare delle esigenze interne, permette all'azienda di reagire più velocemente alle variazioni delle commesse e in generale alle condizioni di mercato.
- **La qualità del servizio**, che risulta maggiormente garantita per 2 motivi: lo standard qualitativo è definito nel contratto; il servizio è erogato da personale specializzato, qualificato e aggiornato, che adotta metodologie e tecniche innovative, e procedure standardizzate.
- **Il trasferimento di responsabilità**, soprattutto rispetto agli obblighi di legge in materia ambientale e di sicurezza negli ambienti di lavoro.
- **La riduzione del personale**. Esternalizzando infatti i servizi, l'azienda può concentrare il personale prima impegnato nell'erogazione di questi sulle attività principali.
- **La riduzione dei costi**, in quanto l'azienda è sgravata del costo diretto del personale da dedicare ai servizi e beneficia dei migliori risultati in termini di efficienza garantiti dal fornitore. In via definitiva, la riduzione dei costi è una conseguenza della riorganizzazione e riprogettazione dei servizi.

Perciò, non esiste un modello standard di facility management adatto ad ogni situazione, ma ogni volta è necessario definire un piano appropriato che valuti le esigenze individuali e gli obiettivi della società, al fine di impostare la soluzione più adeguata (Ancarani e Capaldo, 2005; Kurdia et al., 2011).

Alla luce di quanto sopra descritto, Tronconi e Ciaramella (2014) riassume le principali i modelli organizzativi e gestionali in uso in Italia come segue:

- In-house management model.
- Management agent model.
- Management contractor model.
- Total FM model.
- Global service model.

## **In-house**

Secondo Tronconi e Ciaramella (2014), nel contesto italiano un gran numero di grandi imprese, in particolare coloro che operano a livello nazionale ed internazionale, gestiscono i propri immobili con il personale interno, affidando a fornitori esterni solo l'esecuzione di compiti specifici come pulizie, impianti e manutenzione dei sistemi, sorveglianza, ecc.

Il monitoraggio e il controllo delle prestazioni sono normalmente condotti secondo i termini dei rapporti convenzionali datore di lavoro / dipendente (Ancarani e Capaldo, 2005).

Secondo la diffusione sul territorio, la diversificazione dei servizi forniti e la politica delle organizzazioni, i professionisti, a cui è affidata la gestione, sono raggruppati in team o "centro di costo" (Tronconi e Ciaramella, 2014). Le loro principali competenze sono:

- studio legislativo e conformità quadro procedurale alla legge.
- pianificazione dei costi e delle spese.
- monitoraggio fornitori esterni.
- controllo dei servizi forniti dal personale interno.
- coordinamento del personale direttivo.

Gli aspetti negativi di questo modello sono la mancanza di una visione globale, difficoltà nel coordinare diverse attività, risorse eccessive implicate e personale immotivato nell'esecuzione dei lavori (Ancarani e Capaldo, 2005).

## **Management agent model**

Questo tipo di modello è simile a quello interno, perché i servizi rimangono sotto la responsabilità dell'ufficio interno, ma i professionisti sono coordinati da un agente che ha doti manageriali e compiti decisionali e che è responsabile del controllo di qualità.

Pertanto, il manager deve avere nozioni legislative e competenze amministrative per affrontare questioni differenziate. Questo approccio non presenta benefici rilevanti rispetto al modello in-house se non benefici attesi per l'incremento della qualità dovuto alla presenza di uno specialista (Tronconi e Ciaramella, 2014).

## **Management contractor model**

Il modello dell'appaltatore di gestione è più o meno l'inverso dell'approccio dell'agente di gestione; con il management contractor c'è l'esternalizzazione dei servizi a diversi fornitori.

Nella pratica, c'è un amministratore con competenze manageriali e una buona conoscenza tecnica, chi stipula contratti con società esterne. Questa struttura porta ad una riduzione del personale interno coinvolti con la possibilità di concentrarsi sulle attività di core business, aumentando la flessibilità organizzativa.

Nei modelli precedenti la risorsa umana è la figura chiave, qui il servizio prevale. Non è più necessario definire quanti dipendenti debbano essere impiegati per un determinato lavoro, questo infatti è ormai un problema del fornitore esterno (Tronconi e Ciaramella, 2014).

Questa soluzione può essere percepita come simile al trend di out-tasking riconosciuto all'estero.

L'out-tasking nelle PA consiste nel mantenere la maggior parte dei servizi FM esternamente, stabilendo un dipartimento comunale o un'impresa (totalmente o parzialmente detenuta dalla PA) per la gestione dei servizi (Haugen e Klungseth, 2017).

Un possibile punto debole di questo sistema potrebbe essere il maggior numero di fornitori e la corretta attribuzione di incarichi diversi agli operatori senza sovrapposizioni (Tronconi e Ciaramella, 2014).

## **Total FM model**

Il Total Facility Management, noto anche come servizio integrato FM, è considerato l'evoluzione del modello precedente dove non esiste più un responsabile interno che si occupa di più fornitori ma un manager che interagisce con un unico appaltatore.

Questa soluzione di solito viene scelta da un'azienda che ha come core business la gestione, manutenzione e controllo degli asset (Tronconi e Ciaramella, 2014).

In questo modello, un'intera gamma di servizi viene raggruppata ed esternalizzata a un unico fornitore che diventa totalmente responsabile per la consegna, il monitoraggio, il controllo e il raggiungimento di obiettivi di performance relativi al beneficio operativo (Ancarani e Capaldo, 2005).

Teoricamente questo modello permette di eliminare i problemi di gestione interna e di riassumere tutti i vantaggi visti in precedenza, aumentando la qualità dei servizi di cui si usufruisce e ottenendo risparmi economici rilevanti.

La criticità più significativa è rappresentata dalla progressiva perdita di controllo sulle procedure per la gestione e l'esecuzione di servizi (Ancarani e Capaldo, 2005; Tronconi e Ciaramella, 2014).

## **Global service model**

Secondo Tronconi e Ciaramella (2014), il modello globale è un altro tipo di contratto per regolare i servizi di facility management e si compone di una remunerazione economica legata a precisi obiettivi che il fornitore deve ottenere.

Il contratto di servizio globale è definito dalla UNI 11136 (2004). Nel un contratto di servizio globale, il cliente affida a un fornitore esterno, per un periodo di tempo definito, la manutenzione di una serie di beni con l'obiettivo di mantenerne una condizione adeguata, ridurre i costi per servizi e incrementare le caratteristiche tecniche del bene.

Il cliente decide come impostare il livello di prestazione dei suoi beni che deve essere raggiunto dal fornitore. Pertanto, il contratto di servizio globale rappresenta un tipo di contratto basato sui risultati con il totale responsabilità del provider FM. Questo dovrebbe garantire livelli di qualità più elevati ma allo stesso tempo anche questo tipo di modello potrebbe presentare rischi e criticità tipiche di le soluzioni di outsourcing come descritte in precedenza (Camera di Commercio, 2012).

# Capitolo 3: IL BUILDING INFORMATION MODELING ORIENTATO AL FACILITY MANAGEMENT

## 3.1 Bim e facility management

Come abbiamo visto nei capitoli precedenti la domanda di Building Information Modeling, sta aumentando dato che sia le organizzazioni internazionali sia i governi nazionali stanno prendendo iniziative per promuovere l'utilizzo del BIM durante tutto il ciclo di vita del settore.

Secondo lo SmartMarket Report (2014b), il BIM orientato al FM sta rapidamente guadagnando terreno sia come utilizzo pratico, con l'adozione da parte di molti proprietari in tutto il mondo, sia nel campo della ricerca sperimentale per tutti quei paesi in cui si è iniziati ad investire per primo, come Stati Uniti e Regno Unito. Questo rappresenta una delle sfide più grandi per quei paesi, come l'Italia, che oggi si avvicinano al BIM nei settori della progettazione e delle costruzioni.

Nonostante il numero crescente di articoli sul BIM per l'implementazione del FM, il design e le fasi costruttive hanno ricevuto negli anni maggiore attenzione (Codinhoto et al., 2013; Codinhoto e Kiviniemi, 2014; Kassem et al., 2015).

In effetti, anche quei grandi proprietari pubblici che sono stati i primi ad adottare il BIM, come GSA o Senate Properties, hanno utilizzato principalmente il BIM per gestire i propri progetti di costruzione piuttosto che implementarli nelle proprie operazioni e attività di manutenzione (Codinhoto e Kiviniemi, 2014). Pertanto, la maggior parte dei file documentati e dei benefici quantificabili sono legati alla realizzazione di edifici e ci sono pochissime prove concrete dei vantaggi del BIM nelle attività di operations e maintenance (O&M) (Becerik-Gerber et al., 2012; Codinhoto e Kiviniemi, 2014).

Secondo Becerik-Gerber, Jazizadeh, Li e Calis (2012) e Alnaggar e Pitt (2018) ci sono diverse difficoltà nell'implementazione del BIM nell'operazione e nei processi di manutenzione.

Le sfide evidenziate relative alla tecnologia e al processo sono:

- ruoli e responsabilità poco chiari per il caricamento dei dati nel modello o nei database.
- diversità negli strumenti software BIM e FM e problemi di interoperabilità.
- mancanza di collaborazione efficace tra le parti interessate del progetto per la modellazione e il modello utilizzo.

- difficoltà nel coinvolgimento del fornitore di software, inclusa la frammentazione tra diversi fornitori, concorrenza e mancanza di interessi comuni.

Per Becerik-Gerber, Jazizadeh, Li e Calis (2012) e Kassem et al. (2015) ci sono anche sfide organizzative come:

- barriere culturali all'adozione di nuove tecnologie.
- resistenza a livello di organizzazione: necessità di investimenti in infrastrutture, formazione e novità riguardanti strumenti software.
- mancanza di un quadro giuridico sufficiente per integrare il punto di vista dei proprietari nella progettazione e costruzione.

## 3.2 Problemi con le attuali pratiche di FM

L'informazione è la necessità più essenziale per il FM, poiché un O&M efficiente richiede delle strutture in grado di accumulare un'enorme quantità di dati (Wang et al., 2013; Araszkiwicz, 2017; Alnaggar e Pitt, 2018). Uno delle principali difficoltà che i facility manager incontrano è il problema della qualità e dell'accesso tempestivo alle informazioni e la necessità di metodi più efficienti per gestirle (Sabol, 2013; Carbonari, Stravoravdis e Gausden, 2015; Omar, Hatem e Najy, 2018).

Quindi, la gestione dei dati, per essere efficiente, deve essere basata su raccolta, analisi e flusso sistematici di informazioni (Omar, Hatem e Najy, 2018) attraverso l'ambiente multidisciplinare in tutto il ciclo di vita del bene edificabile.

Sebbene la vita utile degli edifici e delle infrastrutture civili si compia nell'arco di decenni, nella consueta prassi corrente i costi di O&M sono spesso trascurati in fase di progettazione sia dai proprietari che dai vari stakeholder del progetto. Questo è un grave errore visto che i costi della gestione operativa e del mantenimento di una struttura possono ammontare a oltre la metà dei costi totali del ciclo di vita dell'edificio (Becerik-Gerber et al., 2012).

Il FM oltre ad essere la fase più costosa del ciclo di vita di un edificio è anche quella che ha una durata maggiore, quindi possiamo dire che la gestione non corretta di tali operazioni implica un impatto economico enorme se viene considerata la lunghezza temporale nel quale si protrae.

Altra grande difficoltà è quella di riuscire a reperire e combinare nel migliore dei modi le informazioni sulla vita utile dei componenti edilizi, la quale dovrebbero essere prese in

considerazione sin dalle prime fasi di progettazione della costruzione sviluppo (Wu et al., 2006). Sono altresì necessarie attente considerazioni quando si selezionano componenti con diversi intervalli di vita in quanto ciò può avere un impatto sulla facilità e fattibilità della manutenzione e sostituzione nella fase O&M (Kevin e Jean Paul, 2004; Marteinsson, 2005), questi dati infatti sono richieste dal proprietario durante la fase di O&M per supportare efficacemente la decisione di processi nello sviluppo e nell'esecuzione di strategie di manutenzione (Marteinsson, 2005; Sabol, 2008).

Altra problematica rilevante è quella per cui molto spesso il passaggio dei dati e delle informazioni sono fornite in formati manuali o non digitali (Carbonari, Stravoravdis e Gausden, 2015; Kassem et al., 2015; Alnaggar e Pitt, 2018; Omar, Hatem e Najy, 2018) o, anche quando quest'ultime sono fornite in modalità digitale, risultano essere scollegate tra loro. Con questa consegna tardiva di dati non strutturati o di documenti cartacei, diventa molto difficile per i proprietari o per i facility manager valutare se le informazioni di cui hanno bisogno sono incluse nei documenti. Va per di più considerato che il trasferimento di tali informazioni al sistema Bim orientato al FM è un processo che richiede tempo e costi (Kassem et al., 2015; Alnaggar e Pitt, 2018), perché risulta complesso raggruppare ed ottimizzare tutte le informazioni riguardanti la manutenzione, l'aspetto energetico o la sicurezza di una struttura (Sabol, 2008).

La maggior parte delle informazioni create durante il processo di progettazione e costruzione ha un valore per i facility manager, ma queste fonti d'informazione, in progetti che non prevedono l'uso di database condivisi, possono essere trovate solo andando a consultare una ad una le varie fonti come ad esempio: le specifiche costruttive in forma scritta, i certificati di garanzia e i manuali di funzionamento e di manutenzione. Quando i facility manager e gli addetti alla manutenzione, per svolgere adeguatamente il loro lavoro, devono considerare l'ampia documentazione delle informazioni risulta evidente che trovare dei metodi efficienti per raccogliere, accedere e aggiornare queste informazioni è molto importante. La maggior parte degli edifici esistenti mostra questi dati memorizzati e raccolti in documenti cartacei come rotoli di disegni degli architetti e degli ingegneri, documenti con informazioni per ogni tipologia di impianto, cartelle di archivio dei registri di manutenzione (Teicholz, 2013; Carbonari, Stravoravdis e Gausden, 2015; Alnaggar e Pitt, 2018; Omar, Hatem e Najy, 2018) etc. Questa documentazione è normalmente richiesta contrattualmente dal proprietario e, come detto prima, consegnata quando l'edificio è già in uso; normalmente questo accade mesi dopo,

ma alcuni dati vengono raccolti in uffici pubblici e privati nei quali è difficile accedere, così che risulta difficile reperire qualsiasi informazione.

Altra problematica riguarda i facility manager e i vari professionisti che si occupano di un progetto, essi, infatti, devono continuamente affrontare la sfida di migliorare e standardizzare la qualità delle informazioni che hanno a disposizione per soddisfare le esigenze operative quotidiane, fornendo dati affidabili ai proprietari degli edifici per la gestione del ciclo di vita (Sabol, 2008).

Per considerare il peso della mancanza di dati è possibile introdurre uno studio eseguito da Gallaher et al. (2004) chiamato "Analisi dei costi di interoperabilità inadeguata nella struttura di capitale nell'industria degli Stati Uniti". L'obiettivo di questo studio è identificare e stimare le perdite di efficienza nella capitale dell'industria statunitense delle strutture derivante da un'inadeguata interoperabilità. Questo studio include design, ingegneria, gestione delle strutture, sistemi software dei processi aziendali e documenti cartacei riguardanti la gestione di tutte le fasi del ciclo di vita dell'impianto.

Per formare lo studio, RTI International (RTI) e Logistics Management Incorporated (LMI) hanno condotto una serie di focus group, interviste telefoniche e interviste in loco sottoponendo agli intervistati un sondaggio, e sviluppando in seguito una stime dei costi di interoperabilità (tabella 4).

**Table ES-1. Project Participants by Stakeholder Group**

Stakeholder Group	Number of Interviewees	Number of Organizations
Architects and Engineers	21	19
General Contractors	11	9
Specialty Fabricators and Suppliers	5	5
Owners and Operators	53	28
Software Vendors	5	2
Research Consortia	10	7
<b>Total</b>	<b>105</b>	<b>70</b>

*Tabella 4: Project Participants by stakeholder group - Cost analysis of inadequate interoperability in the US capital facility industry, August 2004 – source: Gallaher et al. (2004)*

Sulla base delle interviste e delle risposte ai sondaggi, i costi annuali di interoperabilità erano \$ 15,8 miliardi (tabella 5), come si può notare la fase di O&M ha costi maggiori rispetto alle altre fasi del ciclo di vita come la progettazione e la costruzione. Di questi

costi, due terzi \$ 10,6 miliardi sono a carico dei proprietari e degli operatori. Architetti e gli ingegneri avevano i costi di interoperabilità più bassi a \$ 1,2 miliardi. Imprese generali, produttori e fornitori hanno sostenuto il saldo dei costi rispettivamente a \$ 1,8 miliardi e \$ 2,2 miliardi.

**Table ES-2. Costs of Inadequate Interoperability by Stakeholder Group, by Life-Cycle Phase (in \$Millions)**

Stakeholder Group	Planning, Design, and Engineering, Phase	Construction Phase	Operations and Maintenance Phase	Total
Architects and Engineers	1,007.2	147.0	15.7	1,169.8
General Contractors	485.9	1,265.3	50.4	1,801.6
Specialty Fabricators and Suppliers	442.4	1,762.2	—	2,204.6
Owners and Operators	722.8	898.0	9,027.2	10,648.0
<b>Total</b>	<b>2,658.3</b>	<b>4,072.4</b>	<b>9,093.3</b>	<b>15,824.0</b>

Source: RTI estimates. Sums may not add to totals due to independent rounding.

*Tabella 5: Cost of inadequate interoperability by stakeholder group, by life-cycle phase (in \$millions) - Cost analysis of inadequate interoperability in the US capital facility industry, August 2004 - source: Gallaher et al. (2004)*

In fine un'ulteriore problematica che l'applicazione ad un progetto di un sistema integrato, come il BIM, si trova a dover affrontare è senza dubbio la presenza di moltissimi software, adibiti alla raccolta e alla condivisione di dati, che sono incompatibili tra loro e che quindi forniscono una barriera tecnologica alla diffusione su larga scala di questa nuova metodologia di lavoro.

### 3.3 Principali vantaggi del BIM orientato al FM

La risposta immediata agli attuali problemi sopra descritti è l'integrazione del sistema di dati durante il ciclo di vita di una struttura. Quindi i dati richiesti per una specifica fase della vita di una struttura devono essere inseriti una sola volta con dei dettagli precisi e accurati e devono essere disponibile in qualunque momento durante le fasi successive.

In seguito, vengono aggiunte ulteriori informazioni secondo necessità, e dopo il completamento dell'edificio tutti i dati per le operazioni di O&M dovrebbero essere disponibili per l'uso in una forma affidabile e utilizzabile. Nonostante sia difficile raggiungere compiutamente questo tipo di obiettivo, possono esserci soluzioni innovative in grado di affrontare i problemi d'integrazione e di migliorare il processo di costruzione. Man mano che il progetto passa dalla progettazione concettuale a quella dettagliata e in seguito durante la costruzione la maggiore quantità di dati e il livello di dettaglio

diventano assolutamente necessari per la stima dei costi, per il coordinamento, per la realizzabilità e per l'installazione.

Infine, quando le apparecchiature sono installate e gli impianti vengono testati, devono essere disponibili informazioni su questi elementi.

Chiaramente, tutti i dati non vengono inseriti in un modello o in un sistema unico. Ciò richiede quindi l'interoperabilità delle applicazioni, in modo che i dati possano essere comunicati dal sistema a monte per un uso a valle. Inoltre, i dati per O&M / FM così come i dati grafici per FM sono informazioni dinamiche che devono essere aggiornate per riflettere i cambiamenti nel tempo. Perciò, l'interoperabilità è ancora una volta la chiave; ci sono molteplici approcci e strade per realizzare un'integrazione di flusso di dati, compreso l'uso di standard aperti.

L'emergere di standard aperti BIM come IFC e specifiche della struttura dati come COBie (Patacas et al., 2015) consentono il passaggio di dati e informazioni digitali alla fase FM in un modo graduale e strutturato. Diversi paesi come il Regno Unito, i paesi nordici e alcuni grandi clienti negli Stati Uniti (ovvero la General Services Administration) hanno prescritto standard aperti come fonti di dati e formati di scambio di informazioni tra la consegna del progetto e la fase d'uso dell'edificio (Patacas et al., 2015). In particolare, FM COBie rappresenta una delle maggiori iniziative supportate da buildingSMART Alliance e sponsorizzate e intraprese da Engineering Center di ricerca e sviluppo (ERDC), Corpo degli ingegneri dell'esercito degli Stati Uniti. COBie è un framework per organizzare i dati sviluppati e accumulati durante il progetto di costruzione per la consegna ai proprietari e operatori. È strutturato in tabelle e specifica come tutti i tipi di dati di un edificio possono essere acquisiti e quali standard di denominazione sono appropriati per ogni tipo di dati (ad esempio Codici OmniClass per apparecchiature). Il progetto di sviluppo COBie è in evoluzione ma non è molto facile da applicare (Kassem et al., 2015).

Con il BIM è possibile utilizzare una rappresentazione digitale del processo di costruzione per facilitare lo scambio e l'interoperabilità delle informazioni in formato digitale (Eastman et al., 2011), i dati della struttura vengono raccolti durante il ciclo di vita del progetto e possono essere utilizzati per le varie operazioni di FM come messa in servizio e chiusura, controllo qualità, gestione energetica e manutenzione e riparazione.

Il BIM, in tal caso, ha il potenziale per essere un catalizzatore per migliorare l'efficienza e stabilire le relazioni tra FM e altre discipline.

Come si vede nei capitoli precedenti, il metodo BIM consiste in un modello parametrico

con un file database, quindi un vantaggio chiave dell'integrazione del BIM con FM è che i dati chiave possono essere inseriti in ogni momento. Secondo Teicholz (2013), Carbonari, Stravoravdis e Gausden (2015), Hosseini et al. (2017) e Omar, Hatem e Najy (2018) sono significativi vantaggi economici che dovrebbero derivare dall'integrazione BIM / FM come:

- miglioramento dell'efficienza della forza lavoro grazie alla disponibilità di migliori informazioni quando necessario (in ufficio o sul campo) piuttosto che richiedere al personale FM di dedicare tempo alla ricerca di informazioni disegni, documenti dell'attrezzatura e altri documenti cartacei.
- ridurre i costi delle utenze, in particolare energia e acqua, grazie a dati di manutenzione affidabili che supportano la pianificazione e le procedure di manutenzione preventiva.
- riduzione dei guasti alle apparecchiature, sempre grazie alle azioni di manutenzione preventiva che causare riparazioni di emergenza e avere un impatto negativo sugli inquilini.
- migliore gestione dell'inventario e migliore tracciabilità della cronologia dei beni e delle attrezzature.
- vita utile delle apparecchiature più lunga supportata da una manutenzione preventiva più ampia.

Questi tipi di benefici contribuiscono fortemente a ridurre i costi totali di proprietà dell'impianto, ma dovrebbe essere inteso che non tutti questi benefici possono verificarsi contemporaneamente e possono essere precisamente misurati, dato che il BIM per il FM è ancora un campo sperimentale in fase di sviluppo e che i progetti più rilevanti non hanno utilizzato questo sistema integrato per un tempo sufficiente per generare solidi stime (Eadie et al., 2013; Kiviniemi e Codinhoto, 2014; Edirisinghe, Kalutara e London, 2016). Inoltre, i confronti tra le diverse strutture sono difficili perché ci sono così tanti variabili che incidono su costi e sui benefici che abbiamo bisogno di molti dati per rendere valide statistiche e analisi, soprattutto nei progetti di attività FM.

Un altro beneficio deriva dal fatto che il BIM può anche essere utilizzato come registrazione accurata delle condizioni attuali. Gli edifici cambiano continuamente, gli spazi vengono utilizzati per diverse funzioni, vengono sostituiti o modificati e quindi il BIM può essere lo strumento utilizzato per tenere traccia di queste trasformazioni.

Sulla base di quanto è stato detto, il BIM promette molti vantaggi nel processo soprattutto per proprietari, secondo lo SmartMarket Report (2014b) si sottolineano le potenzialità del BIM per gli impianti gestione e operazioni come:

- dati completi e accurati che sono collegati direttamente alla grafica;
- Integrazione software BIM-FM per eliminare la doppia immissione di informazioni;
- capacità di acquisire dati sulle prestazioni in tempo reale della struttura fisica;
- modello as-built affidabile che può essere mantenuto per sempre;
- manutenzione programmata integrata nel modello e nei sistemi di commessa;
- robusta gestione dello spazio e pianificazione, definizione dell'ambito e budget più accurati alterazioni.

Poiché gli edifici diventano risorse strategiche oltre alle risorse finanziarie, il recupero dei dati per tenere traccia delle spese e la costruzione delle prestazioni è sempre più importante. Tra gli aspetti che possono essere monitorati all'interno di un edificio sono inclusi nel modello informativo gli ordini di lavoro, l'allocazione dello spazio, la gestione delle risorse, l'efficienza energetica, le operazioni di sicurezza, ecc. Priorità su cosa monitorare e quali funzioni del BIM utilizzare dipendono dalle esigenze delle aziende. Il BIM può migliorare alcuni requisiti del ciclo di vita degli edifici delle organizzazioni (Sabot, 2013; Carbonari, Stravoravdis e Gausden, 2015; Hosseini et al., 2017; Omar, Hatem e Najy, 2018) in quanto:

- Aziende molto abituate a progettare gli standard possono trarre vantaggio dai modelli BIM. Questi possono automatizzare la costruzione di modelli informativi con dati di programma specifici del progetto stesso che precisano lo spazio e / o requisiti di asset. Ospedali, esercizi commerciali, hotel e uffici aziendali sono tipi di attori che possono sfruttare gli standard con il BIM.
- **Consegna del progetto regolarizzata.** I progetti BIM possono incorporare dati organizzativi dopo il turnover del progetto. Le organizzazioni potrebbero anche scegliere di includere software aggiuntivi alle applicazioni BIM.
- **Gestione dello spazio.** Un modello di informazioni sugli edifici può implementare spazi 3D reali e oggetti e tiene traccia degli attributi. Può influenzare la gestione dello spazio personalizzata secondo i requisiti, offrendo anche una visualizzazione più intuitiva delle dimensioni di un edificio. Quindi, può supportare assegnazioni di spazio e cambiare scenari;
- **Visualizzazione.** Il BIM ha un'elevata capacità di mostrare elementi in un ambiente virtuale, può quindi aiutare a visualizzare potenziali cambiamenti nel

tempo come: il rilevamento delle interferenze, il controllo delle regole, la convalida, il monitoraggio delle modifiche.

- **Gestione dell'energia e della sostenibilità.** Le aziende si trovano oggi ad affrontare il problema di ridurre le spese energetiche e di arrivare ad una sempre maggiore sostenibilità. Il BIM può fornire una gamma di analisi energetica ingegneristica di dettaglio e può essere anche uno strumento utile per ottenere una certificazione come LEED. Inoltre, può supportare simulazioni per aiutare ad analizzare l'effetto delle modifiche al sistema o ristrutturazioni e retrofit.
- **Gestione / Sicurezza delle emergenze.** Il BIM può aiutare nell'analisi e nella pianificazione di requisiti di emergenza e misure di sicurezza; può monitorare i corridoi di uscita, indicare punti per impostare le telecamere di sorveglianza.
- **Visualizzazione dei dati in tempo reale.** Il BIM è un portale virtuale 3D in grado di accedere a dati sia statici che dinamici sulle componenti dell'edificio.



Figura 10: Principali vantaggi del BIM applicato al FM



validazione del progetto, con evidenti implicazioni legali connesse al grado di affidabilità del modello.

Per quanto attiene alla normativa italiana sui Lavori Pubblici la Riforma degli appalti ha avuto un avvio a scaglioni: la Commissione Ambiente della Camera ha dato il via libera al disegno di legge delega, gettando le basi per riscrivere la disciplina dei contratti pubblici (direttive 2014/23/UE). Il decreto abroga le parti del vecchio Codice Appalti (D.lgs. 163/2006) in contrasto con le direttive europee e introdurrà disposizioni di coordinamento. In particolare, Il nuovo Codice Appalti vero e proprio, approvato il 31 luglio 2016, stabilisce che i servizi di ingegneria e architettura e tutti i servizi di natura tecnica non potranno più essere affidati basandosi solo sul criterio del prezzo o del costo, ma su quello dell'offerta economicamente più vantaggiosa per assicurare più attenzione alla qualità dei progetti. Inoltre i progetti dovranno essere pubblicati online per garantire la ponderazione delle offerte; sarà incoraggiato poi l'uso del BIM per la simulazione elettronica delle informazioni edilizie. Questo a indicare che anche il nostro Paese, con una inerzia rilevante rispetto agli Stati membri dell'Unione Europea e alle realtà d'oltre oceano si sta gradualmente allineando con un nuovo modo di ristrutturare l'intera filiera dell'industria delle costruzioni. E la distanza che separa progetto e processo è destinata ad accorciarsi sempre di più nel breve periodo.

Nella fase di pianificazione del progetto, il plusvalore aggiunto si paleserà nella fase decisionale: il confronto tra le diverse proposte architettoniche si baserà sull'analisi dei costi e dei benefici per l'intero ciclo di vita del manufatto. Per agevolare la revisione dei costi del progetto e dell'intero edificio, la qualità dei dati e dei metadati sarà gestita direttamente dal database relazionale interno all'ambiente BIM, mediante l'utilizzo di schede strutturate in cui vengono inseriti i dati richiesti dalla Senate Properties. Fin dalle prime fasi progettuali, sarà posta particolare attenzione anche agli aspetti energetici: la simulazione dei consumi energetici dell'edificio aiuteranno l'Ente a prendere le decisioni più importanti in materia di sostenibilità, per un successivo controllo del consumo energetico dell'edificio in fase di esercizio. Il livello di dettaglio e di sviluppo del modello BIM richiesto dal 1° ottobre 2007 è solo il primo passo per una più ampia definizione di tali modelli. Senate Properties, in collaborazione con i proprietari degli immobili dei paesi nordici, gli Stati Uniti e i Paesi Bassi, sta predisponendo sistemi sempre più dettagliati di modellizzazione degli edifici, soprattutto a sostegno di procedure standardizzate di gestione e manutenzione. La peculiarità fondamentale del sistema risiede nel fatto che i modelli vengano sviluppati coerentemente con quanto richiesto nei requisiti BIM, non

influenzando minimamente le variabili progettuali, lasciando quindi totale libertà di scelta ai professionisti. Ciò consente di avere un controllo completo sul processo, una validazione della documentazione e una responsabilità diretta dei progettisti in caso di mancata corrispondenza tra quanto richiesto e quanto consegnato. Il processo di progettazione viene sviluppato e articolato in quattro fasi, gerarchicamente strutturate:

- Spatial group, per la definizione dei volumi e dell'area di intervento;
- Spatial BIM, per la determinazione dei locali e delle destinazioni d'uso;
- Preliminary Building Element BIM, per l'introduzione dell'involucro edilizio, delle divisioni e delle caratteristiche dei materiali;
- Building Element BIM, per la definizione degli elementi architettonici.

Una volta validata una fase, questa diventa il punto di partenza per la definizione della fase successiva e per l'implementazione del modello. Senate Properties può considerarsi un precursore nello sviluppo dei processi AEC/FM, motivando gli azionisti a usare metodi efficaci volti a migliorare la qualità edilizia. Gli attuali requisiti BIM costituiscono il primo passo verso approcci coordinati di tipo progettuale, costruttivo e manutentivo.

## **4.2 Applicazione dei requisiti Senate Properties BIM al nuovo centro linguistico di ateneo del Politecnico di Torino**

Il caso studio proposto rappresenta una delle prime sperimentazioni condotte dal gruppo di lavoro afferente al Politecnico di Torino. In questa ottica il sistema BIM, indispensabile infrastruttura informativa, strumento fondamentale per la costruzione di un apparato di sistemi valutativi basati su metodologie di rilevamento di dati, di simulazione e analisi, risulta essere predisposto a raccogliere e gestire, in modo dinamico e continuamente aggiornabile, i dati sensibili relativi agli immobili, alle funzioni in essi contenute, alle necessità manutentive.

Negli ultimi anni l'Ateneo ha intrapreso numerose azioni volte alla riqualificazione di alcuni spazi della sede storica, alcuni dei quali sono stati oggetto di studio per la sperimentazione di processi in ambiente BIM, perseguendo l'ambizioso obiettivo di definire un unico modello di Ateneo, sempre aggiornato e interrogabile per le informazioni inerenti aree, locali e interventi. L'integrazione dei dati ha permesso di definire il modello a scala urbanistica, costituito esclusivamente dalle volumetrie degli edifici e delle superfici lorde di pavimento dei livelli interni dei fabbricati. A ogni volume sono stati associati i metadati di tipo alfanumerico, di seguito sintetizzati: a) il nome dell'edificio, seguendo la classificazione utilizzata negli anni dal Servizio Edilizia, per

agevolare le comunicazioni e identificare univocamente le maniche dei fabbricati; b) la destinazione d'uso dei manufatti; c) il periodo di edificazione, per un'immediata lettura dell'epoca di costruzione degli edifici, identificando diverse fasi temporali. E' possibile interrogare il modello secondo analisi multicriteria, ottenendo rappresentazioni grafiche o tabellari dei risultati: è molto utile, ad esempio per fini puramente gestionali, estrarre in forma tabellare le superfici e le destinazioni d'uso dei locali visualizzabili attraverso tavole tematiche. Il passaggio successivo è consistito nella creazione del modello architettonico delle aree interessate da interventi di riqualificazione e rifunzionalizzazione: nel masterplan a scala urbanistica sono state implementate le informazioni per arricchire il modello urbanistico, mantenendo sempre un unico database generale dove sono stati archiviati i dati relativi all'intero Ateneo. L'implementazione per parti, sviluppata in tempi diversi, è avvenuta e sta avvenendo partendo dai volumi ai quali è possibile associare informazioni architettoniche.

Conformemente alle linee guida finlandesi è stato redatto il progetto del Centro Linguistico di Ateneo (CLA), con l'obiettivo di dimostrare che, allo stato dell'arte, tutti i modelli sviluppati in ambiente BIM rispondono integralmente alle richieste precedentemente descritte, risultando quindi conformi ai quattro i livelli di validazione.

I parametri relativi alle schede delle proprietà degli elementi sono stati così organizzati: a) parametri dimensionali; b) parametri di tipo temporale, per la definizione delle fasi che hanno caratterizzato l'intervento progettuale; c) tecnologie e materiali scelti per sistemi assemblati, elementi in opera e relative schede tecniche associabili alle future operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria; d) codice identificativo, corrispondente all'acronimo individuato nel Prezziario della Regione Piemonte; e) prezzo, per l'elaborazione del computo metrico di massima in ambiente BIM; f) riferimenti specifici al Piano di Manutenzione.

Dall'analisi di quanto esposto e dai risultati ottenuti durante gli ultimi anni di ricerca è possibile valutare gli ingenti benefici apportati alla rappresentazione e la comunicazione dei dati del processo edilizio. La nuova centralità del disegno si sposta dalla "semplice" rappresentazione del progetto architettonico, alla gestione dell'intero ciclo di vita dell'organismo architettonico oggetto di studio, non più posto in essere attraverso un approccio di tipo sequenziale e compartimentato, quanto piuttosto mediante un utilizzo dinamico dei modelli generati all'interno di ambienti BIM, capaci di creare reti di comunicazione con gli attori coinvolti nel processo edilizio mediante nuovi standard di comunicazione interoperabili. In tal senso, l'utilizzo dei più efficienti sistemi per il coordinamento della complessità del progetto edile, sta interessando la comunità

scientifica da molti anni, portando alla definizione di metodologie e tecniche di pianificazione e di controllo del progetto proprie della progettazione industriale, meccanica e manifatturiera. Per una corretta gestione del bene durante il ciclo di vita utile si identificano due modalità operative, complementari tra loro: la prima prevede di condividere la base dati relazionale propria dello strumento BIM con specifici applicativi preposti alla razionalizzazione delle operazioni di carattere gestionale. Il secondo approccio, ancor più flessibile del precedente, agevola un controllo e un'implementazione del dato alfanumerico direttamente in situ, riducendo di fatto i tempi tecnici di back office e popolando di nuove e più specifiche informazioni il database parametrico, secondo processi di scrittura asincrona ma pluridirezionale.

## **4.2 La gestione degli edifici pubblici con applicativi BIM**

Oggi giorno la maggior parte delle aziende, sia pubbliche che private, sono costituite da una complessa organizzazione interna: ciò è dovuto al sempre crescente numero di processi nati per adeguamenti di mercato e per fornire le migliori risposte concorrenziali. Nei paragrafi precedenti si è sempre fatto esplicito riferimento al termine “processo”, di più ampio significato rispetto al “progetto” perché comprende numerose attività che proseguono dopo la costruzione dell'opera. Molti di questi processi non costituiscono il core business di un'azienda, ma fanno parte di quell'insieme di attività accessorie (no core) che permettono all'azienda stessa di funzionare correttamente. Non bisogna pensare che queste attività siano secondarie o poco utili; in molti casi, al contrario, è dal loro funzionamento che dipende il buon andamento dell'organizzazione, il rendimento dei dipendenti e il risparmio di risorse economiche.

La gestione dell'attività si riferisce proprio al Facility Management, che costituisce un approccio multidisciplinare di progettazione, programmazione, pianificazione e gestione, integrata e coordinata, di tutti i servizi a supporto delle attività strategiche, il core appunto, e necessarie al funzionamento della struttura (Garzino G.2011). Una gestione ottimale delle macro e delle microattività di cui si compone il settore del FM non può infatti prescindere dall'utilizzo di sistemi tecnologicamente avanzati e dall'applicazione di concetti innovativi (Osello A. 2015).

Le attività di Facility si rivolgono principalmente a tre ambiti aziendali connessi tra di loro: le persone, gli spazi e l'edificio; all'interno di ognuno di questi sono collocate differenti attività gestite proprio da operazioni di FM, come per esempio la gestione degli spazi e del personale, la manutenzione, la vigilanza, il servizio mensa, ecc.

Esistono due strategie di attivazione: la prima prevede di esternalizzare verso altre organizzazioni aziendali la gestione delle attività accessorie; la seconda prevede la nascita di una divisione funzionale all'interno dell'azienda stessa.

Il Politecnico di Torino ha optato per la seconda strategia, allestendo un'area dedicata all'integrazione dei processi e dei sistemi informativi (IPSI); seguendo le direttive emanate dal Consiglio di Amministrazione l'area IPSI ha dato vita, al progetto FM del Politecnico. Il progetto nasce con l'intento di ottimizzare la gestione dei processi interni all'Ateneo, mettendo a disposizione un sistema informativo contenente i dati relativi alle varie attività, in modo tale da creare un'unica banca dati, punto di riferimento per reperire informazioni e formulare successive analisi.

L'esistenza di un sistema informativo BIM di questo tipo, permette non solo di gestire i dati in esso contenuti ma anche di creare ed amministrare veri e propri processi lavorativi e procedurali. Come per altre realtà esistono attualmente nell'Ateneo diverse aree che si occupano delle molteplici attività connesse al mondo accademico - e non solo- come ad esempio la didattica, l'edilizia, la logistica, la contabilità, ecc.

Si è svolta un'attenta ricerca di un software che fornisse un valido aiuto per la gestione dei diversi settori coinvolti: la scelta dell'applicativo è ricaduta all'interno dei software denominati CAFM, prodotti informatici in grado di semplificare l'accesso alle complesse informazioni, legate agli asset patrimoniali di una azienda, attraverso un sistema integrato di database alfanumerici e grafici, a garanzia di processi virtuosi.

Questo tipo di prodotti nasce proprio con l'intento di aiutare a gestire grandi moli di dati, difficilmente trattabili altrimenti. Tale tecnologia si collega inoltre all'utilizzo di software di tipo BIM e ne permette un collegamento e uno scambio di informazioni in modo interoperabile. Basti pensare che molte specificità presenti all'interno di un'azienda hanno dei forti legami con lo spazio in cui vengono svolti: se si pensa per esempio alla gestione dei locali o del personale è facile intuire che i software gestionali, oltre a operare attraverso tabelle e grafici, devono poter interagire con software di natura parametrica.

L'applicativo adottato è costituito da moduli, ognuno dei quali si occupa di contenere e gestire i dati relativi a un particolare aspetto aziendale, come ad esempio la cura e l'inventario dei beni, l'amministrazione del personale o la gestione degli spazi (Space Management). Ogni modulo esiste come entità autonoma e contiene al suo interno tutte le tabelle, relazionabili con il database, che permettono al Facility Manager di poter svolgere il proprio lavoro. Occorre sottolineare che questi strumenti non pregiudicano al professionista la facoltà di dover compiere delle scelte, ma sono esclusivamente finalizzati a estrarre informazioni ed effettuare analisi multicriteria.

Questa procedura risolve il problema di aggiornare in tempi brevi i dati numerici contenuti nel database, evidenziatosi da un confronto tra ciò che era stato desunto durante la campagna di rilievo e ciò che è stato caricato nelle tabelle relazionali.

L'esempio che meglio illustra questa operazione è sicuramente l'aggiornamento delle postazioni di lavoro dei dipendenti presso i rispettivi uffici: dato il frequente trasferimento di personale, nonché le ridistribuzioni dei dipartimenti, l'aggiornamento del precedente sistema informativo era venuto meno e, in alcuni casi, mancava un riscontro tra ciò che era riportato sul sistema e la situazione reale. Al termine delle operazioni di implementazione sono stati stilati i primi report relativi agli accorpamenti funzionali dei dati caricati, quali le informazioni relative ai locali e ai dipendenti che effettivamente li occupano, con relative fotografie. Con il prosieguo campagna di rilievo, il modello è stato integrato con altri elementi accessori, quali impianti e arredi.

### **4.3 Approcci innovativi: Dal Building Site Management al Facility Management**

Il trasferimento dal sistema delle conoscenze di livello accademico al sistema delle competenze del comparto edilizio può costituire elemento discriminante per l'attivazione di efficaci flussi di dati e informazioni, corretti e trasparenti, supportati e indirizzati dal linguaggio grafico conformato agli standard e alle norme tecniche di riferimento.

La sperimentazione di metodologie gestionali per il controllo dell'avanzamento dei lavori riguarda sempre di più imprese di costruzioni anche di piccole dimensioni, dovendo queste - per mano del costante cambiamento in atto nel comparto - superare il seppur "buon livello artigianale" per competere in mercati sempre più esigenti. L'obiettivo di individuare metodi per governare questa oggettiva complessità ha suggerito che le forme del disegno di cantiere, attraverso la loro duplice natura analitico-sintetica, possano concorrere attivamente per creare relazioni, confronti, verifiche, scelte che, una volta consolidate, si devono poter pensare come un sistema informativo flessibile e affidabile nel tempo, implementabile e dinamico, capace di supportare scelte decisionali rapide e appropriate.

Come dimostrato nel seguito, gli apparati metodologici e operativi che la mediazione digitale tende ad aggiornare, indirizzano verso obiettivi sempre più ampi e dedicano risorse, con sempre maggiore rigore, al processo produttivo, gestionale e di vita dei manufatti, anche terminate le loro funzioni. Affinché i dati derivanti dalle attività di controllo e indirizzo da parte dei soggetti preposti (Project Manager, direttori dei lavori,

direttori operativi, coordinatori della sicurezza in fase di esecuzione, Facility Management, ecc...) diventino informazioni utili al processo decisionale - fornite quindi con il corretto livello di dettaglio e nei tempi opportuni, l'organizzazione della loro raccolta deve essere quanto più possibile delegata a sistemi di trattamento automatico, che integrino le componenti geometriche del progetto con tutto l'apparato di natura alfanumerica a esse interconnesso.

La possibilità di interrogare agilmente il patrimonio informativo raccolto in fase di cantiere, e quindi produrre sintetici ed esaustivi report di avanzamento dei lavori, può diventare elemento discriminante per riutilizzare sapientemente l'informazione mettendola in relazione ai piani e ai fascicoli di manutenzione, anche in termini di comunicazione e trasparenza verso la committenza e verso tutte le figure a vario titolo coinvolte nel processo edilizio.

Nei casi più complessi di intervento sul patrimonio esistente si rende necessaria una forma di controllo e di confronto tra As-Built (se disponibili) e As-Is si privilegia un secondo tipo di approccio, differente dagli applicativi CAFM, e teso a massimizzare l'efficienza e l'efficacia della fase di rilievo. In letteratura, i dati - di progetto, di cantiere, di gestione - possono essere interpretati come la risultante di differenti componenti: una componente alfanumerica, relativa alle informazioni quantitative e qualitative, una componente grafica, relativa alle proprietà geometriche del modello vettoriale, una componente topologica, relativa alla relazione tra i dati stessi; altrettanto importante, in particolare per il riuso dei dati, è il sistema di metadocumentazione, ulteriore componente del dato che lo descrive e lo qualifica in termini di competenza, precisione, aggiornamento temporale, affidabilità. Per rendere efficaci gli aspetti operativi della manutenzione, oggi si cerca di concentrare organicamente queste componenti in un complesso di modelli geo-alfanumerici - tridimensionali e parametrici, redatti mediante l'impiego di metodologie connesse ai sistemi informativi edilizi (tecnologie BIM) e ai sistemi di gestione delle basi di dati relazionali (Database Management System, DBMS) – in modo da conservare ed elaborare le informazioni di tipo geometrico/dimensionale, ma anche quelle di tipo normativo, prestazionale, estimativo, materico, gestionale: per diventare il centro del sistema informativo per la gestione, il patrimonio informativo di progetto dovrà essere arricchito di ulteriori elementi in grado di tener traccia delle attività proprie, delle varianti che esso può comportare e delle prestazioni attese nel tempo.

La modellazione del manufatto per l'uso di cantiere deve essere tuttavia "semplificata", in quanto dovrà essere "strettamente funzionale alle attività di controllo e indirizzo", al fine di dare evidenza solo delle principali informazioni oggetto di supervisione - senza

quindi dover considerare dati specifici delle precedenti fasi progettuali - per gestire i diversi sistemi tecnologici e strutturali impiegati e i relativi parametri associati, “simulando” fedelmente le regole del buon costruire. L’integrazione delle tecnologie BIM/DBMS con applicativi di tipo mobile possono orientare il processo edilizio verso gestioni di tipo cloud based dove le informazioni di un progetto sono rese disponibili in qualsiasi momento e da qualunque luogo, indirizzandosi verso applicativi specifici per il Field Management.

L’obiettivo è di migliorare l’efficienza del processo attraverso idonei strumenti informatici che consentano di generare un flusso circolare che sostiene il controllo e la gestione delle lavorazioni prima, delle attività e degli spazi poi, alimentando il database e riducendo ripetizioni, ridondanze e trascrizioni manuali da parte delle professionalità coinvolte. In ambiente BIM, se si pensa alla porzione di dati di progetto rappresentata da numeri e lettere (componente alfanumerica del progetto), gli abachi sono viste del progetto costituite da liste che catalogano tutti gli elementi del modello geometrico e le loro relative descrizioni: oggetti, materiali, quantità, aree, volumi, ecc. Gli abachi si comportano allo stesso modo delle viste grafiche: ogni cambiamento apportato all’abaco, viene riflesso al modello e di conseguenza anche a tutte le altre viste e viceversa. L’allestimento di un’architettura informatica che metta in relazione le tecnologie informatiche di tipo BIM e di tipo DBMS richiede verosimilmente il coinvolgimento di competenze e risorse specificamente formate e investimenti in dotazione hardware e software.

L’impegno (temporale ed economico) richiesto dall’allestimento del “modello di progetto” può dunque essere messo a profitto per tutte le successive implicazioni operative in fase di realizzazione e nella vita utile dell’opera progettata: la base di dati di tipo geometrico e alfanumerico costituisce il luogo informativo privilegiato per il controllo e l’indirizzo delle attività di cantiere e, successivamente, per la manutenzione in esercizio del manufatto, ma questo repository complesso apre il suo impiego anche a utenze non specificamente formate alla modellazione geometrica di tipo informativo. In altre parole, il modello di progetto, opportunamente generalizzato, ospita anche i parametri relativi alle attività di cantiere e di manutenzione, secondo un processo coerente di raccolta e aggiornamento dei dati - finalizzato a un più puntuale controllo dell’approvvigionamento dei materiali, dello stato di avanzamento e delle tempistiche dei lavori e del flusso finanziario correlato – che coinvolge anche quelle competenze di cantiere e di gestione del manufatto che non necessariamente dovranno “mettere direttamente mano” al modello geometrico.

Rispetto alle soluzioni software, la nuova procedura proposta non richiede infatti un'utenza formata in ambiente BIM e, rispetto alla maggior parte degli applicativi mobile, può essere usata on line e offline scrivendo numeri e lettere direttamente dall'area di cantiere, in maniera consistente, direttamente sul modello BIM.

La possibilità di alimentare questi archivi da piazze virtuali allestite su rete telematica (applicazioni web) ha aperto nuove possibilità al controllo sul posto, riducendo considerevolmente i noiosi tempi di riedizione dei dati tipici delle attività di back office. La strada più efficiente in termini informatici, ma condizionata dalla disponibilità di infrastrutture di rete performanti, è quella di allestire un sistema software per supportare l'interoperabilità tra diversi elaboratori su di una medesima rete ovvero in un contesto distribuito; tale caratteristica si ottiene associando all'applicazione un'interfaccia software che esponga all'esterno il servizio associato.

# Conclusioni

Il sistema informativo impostato è in grado di veicolare conoscenza e consapevolezza di progetto e di processo (materiali, componenti edilizi, lavorazioni, aree e spazi funzionali operativi) e consentire di produrne una loro specializzazione, coerente e a partire fisicamente dal cantiere stesso, in maniera circolare e trasparente, senza ripetizioni procedurali e secondo un flusso virtuoso, sia a partire da rilevazioni di livello generale, sia consentendo analisi di dettaglio associabili ai singoli componenti. Elemento di forza del processo è l'applicazione di tecnologie e informazioni già in dotazione al comparto progettuale e direzionale (BIM), riducendo la necessità di dotazioni software suppletive e onerose. Gli applicativi commerciali attualmente sul mercato già in parte si prendono il carico di gestire i dati e la documentazione di cantiere, ma che comunque, a oggi - e questo è il motivo principale dell'aver approntato un sistema di gestione funzionale dei dati per l'implementazione del modello di cantiere - non consentono un flusso bidirezionale verso il sistema BIM in modo da poter ottenere all'interno di questo una gestione omogenea dei dati di cantiere attraverso gli strumenti di interoperabilità e di rappresentazione grafica propri della tecnologia dei sistemi informativi edilizi. La simulazione svolta evidenzia, dal servizio informatico al sistema BIM, un flusso coerente dei dati di cantiere relazionabile alle future Facilities per una elaborazione dei dati in back office molto più snella e priva di lacune o dimenticanze. Lo sviluppo operativo potrebbe essere rappresentato dalla possibilità di incorporare la componente geometrica tridimensionale nell'applicazione web (come in una sorta di videogioco di cantiere), quindi migliorando in questo soprattutto l'interfaccia grafica per l'inserimento dei dati (quindi maggior comodità e maggiore velocità di inserimento dei dati), collegando questa componente alla georeferenziazione del posizionamento del rilevatore di campo in modo da delegare alla periferica il compito di localizzare correttamente le informazioni. L'integrazione delle diverse tecnologie, per loro natura interoperabili, è un elemento di forza in quanto in grado di coinvolgere molteplici attori del settore delle costruzioni; anche in un'ottica di gestione del manufatto.

La struttura dei flussi proposta prevede l'impiego di due tecnologie "collaudate" e ampiamente impiegate (forse la gestione del database da BIM meno, senz'altro maggiormente quella della scrittura dinamica su basi di dati a partire da web service), ma raramente integrate tra loro. Questo costituisce l'aspetto innovativo della proposta metodologica per le simulazioni di proposte: riscrivere parte del modello anche in assenza di strumenti propriamente di tipo BIM (ovvero intervenire sulla componente alfanumerica del progetto) e da piazze virtuali di condivisione (in cantiere, nelle centrali operative, eccetera) apre sicuramente il processo edilizio non solo alle competenze

normalmente coinvolte dalle attività di controllo e indirizzo che non necessariamente devono operare sul modello geometrico se non per estrarne misurazioni o relazioni topologiche. Verso il completamento della realizzazione, anche sulla base del rilievo di ciò che è stato effettivamente realizzato, può inoltre esser predisposto un modello BIM opportunamente aggiornato da utilizzare nelle attività di gestione del manufatto durante la sua successiva vita funzionale utile (libretto d'uso e manutenzione dinamici). Lo stesso approccio metodologico può essere applicato a scala più ampia, per la definizione di modelli tridimensionali di interi distretti urbani, utilizzabili per pianificare più efficacemente gli interventi e per gestire la manutenzione, il monitoraggio e il controllo del consumo e della produzione di energia del distretto con granularità variabile, cioè scalabile dal livello del distretto al livello del singolo ambiente di un fabbricato.

# BIBLIOGRAFIA

Afsari, K. and Eastman, C. M. (2016) 'A Comparison of Construction Classification Systems Used for Classifying Building Product Models', in 52nd ASC Annual International Conference Proceedings. doi: 10.13140/RG.2.2.20388.27529.

Akcamete, A., Akinci, B. and Garrett, J. H. J. (2010) 'Potential utilization of building information models for planning maintenance activities', in Tizani W. (ed.) Proceedings of the International Conference on Computing in Civil and Building Engineering. Nottingham, UK: Nottingham University Press, pp. 151–157.

Alexander, K. (1996) Facilities management: theory and practice. E & FN Spon.

Ali, A. S. et al. (2013) 'The effect of design on maintenance for school buildings in Penang, Malaysia', Structural Survey. Emerald Group Publishing Limited, 31(3), pp. 194–201. doi: 10.1108/SS-10-2012-0030.

Alnaggar, A. and Pitt, M. (2018) 'Towards a conceptual framework to manage BIM/COBie asset data using a standard project management methodology', Journal of Facilities Management. Emerald Publishing Limited, p. JFM-03-2018-0015. doi: 10.1108/JFM-03-2018-0015.

Amaratunga, D. et al. (2002) 'Quantitative and qualitative research in the built environment: application of "mixed" research approach', Work Study. MCB UP Ltd, 51(1), pp. 17–31. doi: 10.1108/00438020210415488.

Amaratunga, D., Baldry, D. and Sarshar, M. (2000) 'Assessment of facilities management performance – what next?', Facilities. MCB UP Ltd, 18(1/2), pp. 66–75. doi: 10.1108/02632770010312187.

An, L. T. H. et al. (2018) 'Building Maintenance Cost Planning and Estimating : A Literature Review', in 34th Annual ARCOM Conference. Belfast, UK: Association of Researchers in Construction Management, pp. 707–716.

Ancarani, A. and Capaldo, G. (2005) 'Supporting decision-making process in facilities management services procurement: A methodological approach', Journal of Purchasing and Supply Management. Pergamon, 11(5–6), pp. 232–241. doi: 10.1016/J.PURSUP.2005.12.004.

Andy Wong, K., Francis Wong, K. and Nadeem, A. (2011) 'Building information modelling for tertiary construction education in Hong Kong', Journal of Information Technology in Construction, 16, pp. 467–476.

Araszkiwicz, K. (2017) 'Digital Technologies in Facility Management – The state of Practice and Research Challenges', Procedia Engineering. Elsevier, 196, pp. 1034–1042. doi: 10.1016/J.PROENG.2017.08.059.

Artola, I. et al. (2016) Boosting Building Renovation: What potential and value for Europe? Brussels. Ashworth, S. and Druhmman, C. K. (2015) 'Integration of FM and asset management expertise in digital 3D building models', Journal für FM, 10, pp. 40–54.

Ashworth, S. and Tucker, M. (2017) FM Awareness of Building Information Modelling (BIM).

Atkin, B. and Brooks, A. (2009) Total facilities management. Wiley-Blackwell.

Ayinla, K. O. and Adamu, Z. (2018) 'Bridging the digital divide gap in BIM technology adoption', Engineering, Construction and Architectural Management, 25(10), pp. 1398–1416. doi:

10.1108/ECAM-05-2017-0091.

Azhar, S. (2011) 'Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks and Challenges for the AEC Industry', *Leadersh. Manag. Eng.*, 11(3), pp. 241–252.

Azhar, S., Khalfan, M. and Maqsood, T. (2012) 'Building information modelling (BIM): now and beyond', *Construction Economics and Building*, 12(4). doi: 10.5130/AJCEB.v12i4.3032.

Azzouz, A., Hill, P. and Papadonikolaki, E. (2018) 'Digital innovation in Europe: Regional differences across one international firm', in Gorse, C. and Neilson, C. J. (eds) *Proceeding of the 34th Annual ARCOM Conference*. Belfast, UK, pp. 240–249.

Babatunde, S. O. et al. (2018) 'Analysis of the drivers and benefits of BIM incorporation into quantity surveying profession', *Journal of Engineering, Design and Technology*, 16(5), pp. 750–766. doi: 10.1108/JEDT-04-2018-0058.

Babbie, E. R. (1983) *The practice of social research*. Belmont, California: Wadsworth Publishing Company. Available  
[https://books.google.it/books/about/The\\_Practice\\_of\\_Social\\_Research.html?id=uYGxAAAAIAAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.it/books/about/The_Practice_of_Social_Research.html?id=uYGxAAAAIAAJ&redir_esc=y)

at:

Bahr, C. and Lennerts, K. (2010) 'Quantitative validation of budgeting methods and suggestion of a new calculation method for the determination of maintenance costs', *Journal of Facilities Management*. Emerald Group Publishing Limited, 8(1), pp. 47–63. doi: 10.1108/14725961011019076.

Barrett, P. and Baldry, D. (2003) *Facilities management: towards best practice*. 2nd edn. Oxford: Wiley-Blackwell.

Bayar, M. S. et al. (2016) 'Optimizing Handover of As-Built Data Using Bim for Highways', in 1st International BIM Academic Forum Conference, At Glasgow, UK.

Beadle, K. et al. (2008) 'Adaptable futures: setting the agenda', in 1st I3CON International Conference. Loughborough, UK: The authors.

Becerik-Gerber, B. et al. (2012) 'Application Areas and Data Requirements for BIM-Enabled Facilities Management', *Journal of Construction Engineering and Management*, 138(3), pp. 431–442. doi: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000433.

Becker, F. D. (1990) *The total workplace: facilities management and the elastic organization*. Van Nostrand Reinhold.

Bellicini, L. et al. (2012) *Primo Rapporto ANCE/CRESME - Lo stato del territorio italiano 2012: Insediamento e rischio sismico e idrogeologico*. Roma.

Bellicini, L. and Realacci, E. (2017) *Una nuova edilizia contro la crisi - Il primo ciclo dell'ambiente costruito: innovazione, risparmio, sicurezza, qualità - Una nuova edilizia contro la crisi - Il primo ciclo dell'ambiente costruito: innovazione, risparmio, sicurezza, qualità*.

Bellintani, S. and Ciaramella, A. (2017) *Due diligence immobiliare. Qualità delle informazioni per la valorizzazione immobiliare*. 1st Ed. Edited by Franco Angeli.

Biagini, C. et al. (2015) 'IT Procedures For Simulation Of Historical Building Restoration Site', in 32nd International Symposium on Automation and Robotics in Construction and Mining (ISARC 2015). Oulu, Finland, pp. 340–347.

BIM Task Group (2013) 'Government Soft Landings Explained', (March). Available at: <https://www.cdbb.cam.ac.uk/Resources/Bimtaskgroupmaterial/GovernmentSoftLandingsExecutiveSummary.pdf> (Accessed: 4 June 2018).

BIMForum (2016) 'Level of development specification 2016 - Part I'.

Biscaya, V. and Tah, H. (2007) 'A literature review on information coordination in construction', in Proceedings of the Seventh International Postgraduate Research Conference in the Built and Human Environment. University of Salford, pp. 192–198.

Bizwit Research & Consulting LLP (2018) Global Facility Management Market 2018 Size, Share, Growth, Trends, Type, Application, Analysis and Forecast by 2025.

Blanchard, B. S. and Fabrycky, W. J. (1998) Systems engineering and analysis. 3th Ed. Edited by Pearson International Edition.

Bloomberg, M. R. et al. (2012) BIM Guidelines, New York City, Department of Design and Construction.

Bolpagni, M. (2016) BIM ThinkSpace: The Many Faces of 'LOD'. Available at: <https://www.bimthinkspace.com/2016/07/the-many-faces-of-lod.html> (Accessed: 6 February 2018).

Casalino N., Armenia S., Canini D., A system dynamics approach to the paper dematerialization process in the Italian public administration, in the interdisciplinary aspects of information systems studies, 2008

Casalino N., Capriglione A., Draoli M. (2012), A Knowledge Management System to Promote and Support Open Government, Proceedings of XIII Workshop di Organizzazione Aziendale - WOA 2012 Desperately seeking performance in organizations, Università degli Studi di Verona.

Casalino N., Cavallari M., De Marco M., Gatti M., Taranto G. (2014), Defining a Model for Effective e-Government Services and an Interorganizational Cooperation in Public Sector, Proceedings of 16th International Conference on Enterprise Information Systems - ICEIS 2014, INSTICC, Lisbon, Portugal, vol. 2, pp. 400-408.

Casalino N., Ciarlo M., De Marco M., Gatti M. (2012), ICT Adoption and Organizational Change. An Innovative Training System on Industrial Automation Systems for enhancing competitiveness of SMEs, Proceedings of 14th International Conference on Enterprise Information Systems - ICEIS 2012, Maciaszek, L., Cuzzocrea, A., Cordeiro, J. (Eds.), INSTICC, Setubal, Portugal, pp. 236-241.

Casalino N., D'Atri A., Fadda C. (2005), Organisational impact and exploitation of the results of an Italian research project for e-health and medical training, Proceedings of "ECIS 2005 - European Conference on Information Systems", Regensburg, Germania.

Casalino N., D'Atri A., Manev L. (2007), A quality management training system on ISO standards for enhancing competitiveness of SMEs, Proc. 9th International Conference on Enterprise Information Systems - ICEIS 2007, 12-16 giugno, Funchal, Madeira - Portogallo, Cardoso J., Cordero J., Filipe J. Eds., INSTICC, Setubal, Portugal, pp. 229-235.

Casalino N., D'Atri., Braccini A.M. (2012) A Management Training System on ISO Standards for Organisational Change in SMEs, International Journal of Productivity and Quality Management (IJPQM), Inderscience Publishers, USA, vol. 9 no. 1, pp.25-45.

Casalino, N. (2012). Innovation's governance and investments for enhancing Competitiveness of Manufacturing SMEs.

Casalino N., Draoli M., Governance and organizational aspects of an experimental groupware in the Italian public administration to support multi-Institutional partnerships, in *Information systems: people, organizations, institutions, and technologies*, D'Atri, A., De Marco, M. (Eds), ItAIS, Physica-Verlag, Springer, Heidelberg, Germany, pp. 81-89, 2009.

Casalino N., Draoli M., Martino M., Organizing and Promoting Value Services in Public Sector by a New E-government Approach, *Proceedings of XIV Workshop dei Docenti e Ricercatori di Organizzazione Aziendale (WOA 2013)*, Università La Sapienza, Roma, 2013.

Casalino N., *Gestione del cambiamento e produttività nelle aziende pubbliche. Metodi e strumenti innovativi*, volume, pp. 1-201, Cacucci Editore, Bari, 2008

Casalino N., *Innovazione e organizzazione nella formazione aziendale*, pp. 1-212, Collana di Economia Aziendale – Serie Scientifica diretta da Nicola Di Cagno, n.10, Cacucci Editore, 2006

Casalino N., *Innovazione e organizzazione nella formazione aziendale*, volume, pp. 1-212, Collana di Economia Aziendale - Serie Scientifica diretta da Nicola Di Cagno, n.10, Cacucci Editore, Bari, 2006

Casalino N., Ivanov S., Nenov T., Innovation's Governance and In-vestments for Enhancing Competitiveness of Manufacturing SMEs, *Law and Economics Yearly Review Journal*, vol. 3, part 1, pp. 72-97, Queen Mary University, London, UK, 2014

Casalino N., Learning to Connect: a training model for public sector on advanced E-Government services and InterOrganizational cooperation, *International Journal of Advanced Corporate Learning (iJAC)*, Austria, 2014, vol. 7, no.1, pp. 24-31

Casalino N., *Piccole e medie imprese e risorse umane nell'era della globalizzazione. Come valorizzarle attraverso la gestione della conoscenza e del capitale esperienziale*, Cedam, 2012.

Casalino, N. (2014). Behavioural Additionality and Organizational Impact of European Policies to Promote Internationalisation of High-growth Innovative SMEs. *Journal of International Business and Economics*.

Caccavelli, D. and Genre, J.L. (2000) 'Diagnosis of the degradation state of building and cost evaluation of induced refurbishment works', *Energy and Buildings*. Elsevier, 31(2), pp. 159–165. doi: 10.1016/S0378-7788(99)00030-4.

Campbell, D. A. (2007) 'Building Information Modeling: The Web3D Application for AEC', *Proceedings of the twelfth international conference on 3D web technology*. New York, pp. 173–177. doi: 10.1145/1229390.1229422.

Carbonari, G., Stravoravdis, S. and Gausden, C. (2015) 'Building information model implementation for existing buildings for facilities management: a framework and two case studies', in. WIT Press, pp. 395–406. doi: 10.2495/BIM150331.

Caterina, G. and Fiore, V. (2005) *La manutenzione edilizia e urbana: linee guida e prassi operativa*. Sistemi editoriali.

Chan, K. (2008) 'An empirical study of maintenance costs for hotels in Hong Kong', *Journal of Retail & Leisure Property*. Palgrave Macmillan UK, 7(1), pp. 35–52. doi: 10.1057/palgrave.rlp.5100081.

Charef, R., Alaka, H. and Emmitt, S. (2018) 'Beyond the third dimension of BIM: A systematic review of literature and assessment of professional views', *Journal of Building Engineering*. Elsevier, 19, pp. 242–257. doi: 10.1016/J.JOBE.2018.04.028.

Charette, R. P. and Marshall, H. E. (1999) *UNIFORMAT II Elemental Classification for Building Specifications, Cost Estimating, and Cost Analysis*.

- Chen, H.-M., Hou, C.-C. and Wang, Y.-H. (2013) 'A 3D visualized expert system for maintenance and management of existing building facilities using reliability-based method', *Expert Systems with Applications*, 40, pp. 287–299. doi: 10.1016/j.eswa.2012.07.045.
- Cheng, J. C. P. and Lu, Q. (2015) 'A REVIEW OF THE EFFORTS AND ROLES OF THE PUBLIC SECTOR FOR BIM ADOPTION WORLDWIDE', *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, 20(20), pp. 442–478. Available at: <http://www.itcon.org/2015/27> (Accessed: 22 May 2018).
- Cheng, J. C. P. *et al.* (2016) 'A BIM-based Decision Support System Framework for Predictive Maintenance Management of Building Facilities', in *The 16th International Conference on Computing in Civil and Building Engineering (ICCCBE2016)*.
- Cheng, J. C. P. and Lu, Q. (2015) 'A REVIEW OF THE EFFORTS AND ROLES OF THE PUBLIC SECTOR FOR BIM ADOPTION WORLDWIDE', *Information Technology in Construction*. Available at: <https://docplayer.net/19505584-A-review-of-the-efforts-and-roles-of-the-public-sector-for-bimadoption-worldwide.html>.
- Ciborra C., Lanzara G.F., *Labirinti dell'innovazione. Tecnologia, organizzazione, apprendimento*, Milano, Etas libri, 1999
- Cicchetti A., *La progettazione organizzativa*, Franco Angeli, Milano, 2004
- Clutterbuck D., Garvey B., *Mentoring in action: a practical guide for managers*, 2005
- Costa G., Nacamulli R., *Manuale di Organizzazione Aziendale*, UTET, 1996.
- Daft R.L. (2017), *Organizzazione Aziendale*, 5 ed., Maggioli Apogeo.
- D'Urso, C. (2011) 'Information Integration for Facility Management', *IT Professional*. IEEE Computer Society, 13(6), pp. 48–53. doi: 10.1109/MITP.2011.100.
- Das, T. H. (1983) 'QUALITATIVE RESEARCH IN ORGANIZATIONAL BEHAVIOUR', *Journal of Management Studies*. Wiley Online Library, 20(3), pp. 301–314. doi: 10.1111/j.1467-6486.1983.tb00209.x.
- Dejaco, M. (2004) 'Gestione dei beni immobiliari e manutenzione', in *Imparare dagli errori*. 1st Ed.
- Dejaco, M. (2011) 'Il piano di manutenzione e il fascicolo del fabbricato', in *Sistemi Editoriali (ed.) Procedimenti e metodi della manutenzione edilizia - Vol. II. Il piano di manutenzione. Ambiti di applicazione, strategie e procedure*, p. 301.
- Dejaco, M., Re Cecconi, F. and Maltese, S. (2017) *Fascicolo del fabbricato 2017*.
- Dekker, R. (1996) 'Applications of maintenance optimization models: a review and analysis', *Reliability Engineering & System Safety*. Elsevier, 51(3), pp. 229–240. doi: 10.1016/0951-8320(95)00076-3.
- Dell'Isola, A. J. and Kirk, S. J. (2003) *Life cycle costing for facilities*. 1st Ed. Reed Construction Data.
- Delrio, G. (2017) *Decreto Ministro MIT*.
- Dhillon, B. S. (2006) *Maintainability, maintenance, and reliability for engineers*. 1st Ed. Taylor & Francis.
- Drion, B., Melissen, F. and Wood, R. (2012) 'Facilities management: lost, or regained?', *Facilities*.

Emerald Group Publishing Limited, 30(5/6), pp. 254–261. doi: 10.1108/02632771211208512.

East, W. and Brodt, W. (2007) ‘BIM for Construction Handover’, in *ournal of Building Information Modeling (JBIM)*, pp. 28–35.

East, W. E. and Nisbet, N. (2010) ‘Analysis of life-cycle information exchange’, in Tizani W. (ed.) *Proceedings of the International Conference on Computing in Civil and Building Engineering*.

Easterby-Smith, M., Thorpe, R. and Lowe, A. (1991) *Management research: an introduction*. Sage.

Eastman, C. *et al.* (1974) ‘An Outline of the Building Description System’, *Carnegie-Mellon University*. Pittsburgh, pp. 1–23. Available at: <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED113833.pdf>.

Eastman, C. *et al.* (2011) *BIM handbook : a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors*. 2nd Ed. New Jersey: John Wiley & Sons.

Edirisinghe, R., Kalutara, P. and London, K. (2016) ‘An investigation of factors affecting BIM adoption in Facility Management: an institutional case in Australia’, in *The RICS annual construction and building research conference (COBRA 2016)*. Toronto, Canada.

Edirisinghe, R. and London, K. (2015) ‘Comparative Analysis of International and National Level BIM Standardization Efforts and BIM adoption’, in *32nd International Conference of CIB W78*.

Eindhoven, The Netherlands, pp. 800–809. Available at: <http://itc.scix.net/data/works/att/w78-2015-paper-015.pdf> (Accessed: 4 June 2018).

Ekholm, A. (1996) ‘A Conceptual Framework for Classification of Construction Works’, *Journal of information technology in construction - ITcon*. Royal Institute of Technology, 1, pp. 25–50.

Ekholm, A. and Häggström, L. (2011) ‘Building classification for BIM – reconsidering the framework’, in *CIB W78-W102 2011: International Conference*. Sophia Antipolis, France: CIB.

Elmualim, A. and Pelumi-Johnson, A. (2009) ‘Application of computer-aided facilities management (CAFM) for intelligent buildings operation’, *Facilities*, 27(11/12), pp. 421–428. doi: 10.1108/02632770910980718.

Farghaly, K. *et al.* (2018) ‘Taxonomy for BIM and Asset Management Semantic Interoperability’, *Journal of Management in Engineering*, 34(4). doi: 10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000610.

Fiore, V. (2007) *La cultura della manutenzione nel progetto edilizio e urbano*. LetteraVentidue.

Fischer, M. (2006) ‘Formalizing Construction Knowledge for Concurrent Performance-Based Design’, in J. G. Carbonell and J. Siekmann (ed.) *LNAI 4200 - Intelligent Computing in Engineering and Architecture*. Ascona, Switzerland: Springer, pp. 186–205.

Fitzgerald, B. and Howcroft, D. (1998) ‘Towards dissolution of the is research debate: from polarization to polarity’, *Journal of Information Technology*, 13(4), pp. 313–326. doi: 10.1057/jit.1998.9.

Fox, S. and Hietanen, J. (2007) ‘Interorganizational use of building information models: potential for automational, informational and transformational effects’, *Construction Management and Economics*. Taylor & Francis, 25(3), pp. 289–296. doi: 10.1080/01446190600892995.

Franklin, S. (2008) ‘Redefining maintenance - Delivering reliability’, in Mobley, K. R., Higgins, L. R., and Wikoff, D. J. (eds) *Maintenance engineering handbook*. 7th Ed. New York: McGraw-Hill. Available at: <http://www.worldcat.org/title/maintenance-engineering-handbook/oclc/228417368>.

Fuller, S. K. and Petersen, S. R. (1996) ‘Life cycle costing manual – for the federal energy management programme’, *NIST Handbook 135*, p. 222. doi: 10.1108/eb006413.

- Fuller, S. S. (2016) *Where America Goes to Work: The Contributions of Office Buildings to the Economy*. Washington, DC, USA.
- Gelder, J. (2013) *OmniClass: a critique*. Available at: <https://www.thenbs.com/knowledge/omniclassa-critique> (Accessed: 14 February 2018).
- General Services Administration (2011) *BIM Guide 08 - BIM Guide for Facility Management*.
- Germanà, M. L. (2011) 'Il piano di manutenzione e il costruito con valore culturale : criteri e strumenti della manutenzione programmata per il Patrimonio Architettonico', in *Procedimenti e metodi della manutenzione edilizia - Vol. II. Il piano di manutenzione. Ambiti di applicazione, strategie e procedure*. Esselibri napoli.
- Gheisari, M. and Irizarry, J. (2016) 'Investigating human and technological requirements for successful implementation of a BIM-based mobile augmented reality environment in facility management practices', *Facilities*. Emerald Group Publishing Limited, 34(1/2), pp. 69–84. doi: 10.1108/F-04-2014-0040.
- Given, L. M. (ed.) (2008) 'Quantitative research methods', *The SAGE Encyclopedia of Qualitative Research Methods*. Thousand Oaks California 91320 United States: SAGE Publications, Inc.
- Global FM (2016) *Global Facilities Management Market Sizing Study*. Available at: [file:///Users/lidiapinti/Downloads/Global FM Market Sizing Study 2016 1609.pdf](file:///Users/lidiapinti/Downloads/Global%20FM%20Market%20Sizing%20Study%202016%201609.pdf).
- Hinks, J. and McNay, P. (1999) 'The creation of a management-by-variance tool for facilities management performance assessment', *Facilities*. MCB UP Ltd, 17(1/2), pp. 31–53. doi: 10.1108/02632779910248893.
- HM Government (2015a) *Digital Built Britain – Level 3 Building information Modelling - Strategic Plan, HM Government*.
- HM Government (2015b) *Digital Built Britain – Level 3 Strategy, HM Government*.
- Hodosi, G., Johansson, D. and Rusu, L. (2017) 'Does it Matter the Loss of Tacit Knowledge in IT Outsourcing? A study in a Swedish Governmental Agency', *Procedia Computer Science*. Elsevier B.V., 121, pp. 491–502. doi: 10.1016/j.procs.2017.11.066.
- Hore, A. *et al.* (2017) 'Ireland' s BIM Macro Adoption Study: Establishing Ireland' s BIM Maturity', in *CITA BIM Gathering 2017*, pp. 32–40.
- Horna, J. (1994) *The study of leisure: an introduction*. Don Mills, Canada: Oxford University Press. Available at: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19951804168>.
- Hosseini, M. R. *et al.* (2017) 'Integrating BIM into facility management: Typology matrix of information handover requirements', *International Journal of Building Pathology and Adaptation*, 36(1), pp. 2–14. doi: 10.1108/IJBPA-08-2017-0034.
- IFMA Italia (2017) *Ricerca di mercato 2017 - La domanda di servizi*.
- Ikpo, I. J. (2009) 'Maintainability indices for public building design', *Journal of Building Appraisal*. Palgrave Macmillan UK, 4(4), pp. 321–327. doi: 10.1057/jba.2009.2.
- Infrastructure and Projects Authority (2016) *Government Construction Strategy, Cabinet office*.
- International Organization for Standardization (2002) *Buildings and constructed assets-Service life planning-Part 3: Performance audits and reviews*.
- Isa, N. M. *et al.* (2016) 'Facilities Management Practices in Malaysia: A Literature Review', in *4th*

*International Building Control Conference, IBCC 2016*. Wilayah Persekutuan Kuala Lumpur, Malaysia: EDP Sciences. doi: 10.1051/mateconf/20166600054.

Isikdag, U., Underwood, J. and Aouad, G. (2008) 'An investigation into the applicability of building information models in geospatial environment in support of site selection and fire response management processes', *Advanced Engineering Informatics*, 22(4), pp. 504–519. doi: 10.1016/j.aei.2008.06.001.

ISTAT (2012) *Preliminary results of the 15th Population and Housing, 27 april 2012*. Available at: <https://www.istat.it/en/archive/60275> (Accessed: 12 February 2018).

Jensen, P. A. (2010) 'The facilities management market in Denmark', *Facilities*. Emerald Group Publishing Limited, 28(7/8), pp. 383–394. doi: 10.1108/02632771011042482.

Jin, R. *et al.* (2018) 'Project-based Pedagogy in Interdisciplinary Building Design Adopting BIM', *Engineering, Construction and Architectural Management*, 25(10), pp. 1376–1397. doi: 10.1108/ECAM-07-2017-0119.

Jørgensen, K. A. (2011) 'Classification of Building Object Types: Misconceptions, challenges and opportunities'. Available at: [http://vbn.aau.dk/en/publications/classification-of-building-objecttypes\(e1637551-e708-42b8-9630-d77fd563e369\).html](http://vbn.aau.dk/en/publications/classification-of-building-objecttypes(e1637551-e708-42b8-9630-d77fd563e369).html).

Jostein Hovde, P. and Moser, K. (2004) *Performance Based Methods for Service Life Prediction*.

Kakabadse, A. and Kakabadse, N. (2005) 'Outsourcing: Current and future trends', *Thunderbird International Business Review*. John Wiley & Sons, Ltd, 47(2), pp. 183–204. doi: 10.1002/tie.20048.

Kang, L. S. and Paulson, B. C. (2000) 'Information Classification for Civil Engineering Projects by Uniclass', *Journal of Construction Engineering and Management*, 126(2), pp. 158–167. doi: 10.1061/(ASCE)0733-9364(2000)126:2(158).

Kang, T. W. and Choi, H. S. (2018) 'BIM-based Data Mining Method considering Data Integration and Function Extension', *KSCE Journal of Civil Engineering*. Korean Society of Civil Engineers, 22(5), pp. 1523–1534. doi: 10.1007/s12205-017-0561-6.

Kassem, M. *et al.* (2015) 'BIM in facilities management applications: a case study of a large university complex', *Built Environment Project and Asset Management*. Emerald Group Publishing Limited, 5(3), pp. 261–277. doi: 10.1108/BEPAM-02-2014-0011.

Kavčič, K. and Tavčar, M. I. (2008) 'Planning successful partnership in the process of outsourcing', *Kybernetes*. Emerald Group Publishing Limited, 37(2), pp. 241–249. doi: 10.1108/03684920810851140.

Kelly, G. *et al.* (2011) 'Improving the design process for adaptability: linking feedback and architectural values', in *27th annual conference of the Association of Researchers in Construction Management (ARCOM)*. Bristol, Great Britain: ARCOM, pp. 43–52.

Kevin, M. and Jean Paul, H. (2004) 'Performance based methods for service life prediction', in. Rotterdam, p. 294.

Labib, A. (2008) 'Computerised Maintenance Management Systems', in *Complex System Maintenance Handbook*. Piscataway, NJ, USA: Springer London, pp. 417–435. doi: 10.1007/978-1-84800-011-7\_17.

Laiserin, J. (2012) 'Building with words', *Architectural Research Quarterly*, 16(03), pp. 195–196. doi: 10.1017/S1359135513000018.

- Langston, C. *et al.* (2008) 'Strategic assessment of building adaptive reuse opportunities in Hong Kong', *Building and Environment*. Pergamon, 43(10), pp. 1709–1718. doi: 10.1016/J.BUILDENV.2007.10.017.
- Lavikka, R. *et al.* (2018) 'Digital disruption of the AEC industry: technology-oriented scenarios for possible future development paths', *Construction Management and Economics*. Routledge, 36(11), pp. 635–650. doi: 10.1080/01446193.2018.1476729.
- Lee, N., Dossick, C. S. and Foley, S. P. (2013) 'Guideline for Building Information Modeling in Construction Engineering and Management Education', *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 139(4), pp. 266–274. doi: 10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000163.
- Lee, S. K., An, H. K. and Yu, J. H. (2012) *An Extension of the Technology Acceptance Model for BIM-based FM*. Edited by ASCE. Construction Research Congress 2012 Construction Challenges in a Flat World.
- Lennerts, K. and Bahr, C. (2008) 'Maintenance Budgeting Methods', in *CIBW 70 International Conference in Facility Management Achieving Healthy and Creative Facilities*. Edinburgh.
- Lewis, A., Elmualim, A. and Riley, D. (2011) 'Linking energy and maintenance management for sustainability through three American case studies', *Facilities*. Emerald Group Publishing Limited, 29(5/6), pp. 243–254. doi: 10.1108/02632771111120547.
- Lin, Y.-C., Su, Y.-C. and Chen, Y.-P. (2014) 'Developing Mobile BIM/2D Barcode-Based Automated Facility Management System', *The Scientific World Journal*, pp. 1–16. doi: 10.1155/2014/374735.
- Liu, L. Y. *et al.* (1994) 'Capturing as-built project information for facility management', in Khozeimeh, K. (ed.) *Computing in Civil Engineering (New York)*. Washington, DC, USA: Publ by ASCE, pp. 614–621.
- Liu, R. and Yilmaz, H. (2014) 'Introducing Building Information Modeling Course into a Newly Developed Construction Program with Various Student Backgrounds', in *ASEE Annual Conference & Exposition*. Indianapolis, Indiana, p. 8.
- Liu, S. *et al.* (2015) 'Critical Barriers to BIM Implementation in the AEC Industry', *International Journal of Marketing Studies*, 7(6), p. 162. doi: 10.5539/ijms.v7n6p162.
- Locke, L. F., Silverman, S. J. and Spirduso, W. W. (2010) *Reading and understanding research*. 3 ed. SAGE.
- Lok, K. L. and Baldry, D. (2016) 'Demand and supply of FM outsourcing services', *Journal of Facilities Management*. Emerald Group Publishing Limited, 14(3), pp. 221–248. doi: 10.1108/JFM-07-2015-0024.
- Love, P. E. D. *et al.* (2014) 'A benefits realization management building information modeling framework for asset owners', *Automation in Construction*. Elsevier, 37, pp. 1–10. doi: 10.1016/J.AUTCON.2013.09.007.
- Love, P. E. D., Matthews, J. and Lockley, S. (2015) 'BIM for Built Asset Management', *Built Environment Project and Asset Management*. Emerald Group Publishing Limited, 5(3), p. BEPAM-12-2014-0062. doi: 10.1108/BEPAM-12-2014-0062.
- Manewa, A. *et al.* (2016) 'Adaptable buildings for sustainable built environment', *Built Environment*

*Project and Asset Management*. Edited by C. Liyanage. Emerald Group Publishing Limited, 6(2), pp. 139–158. doi: 10.1108/BEPAM-10-2014-0053.

Mansfield, J. (2009) ‘Sustainable refurbishment: policy direction and support in the UK’, *Structural Survey*. Emerald Group Publishing Limited, 27(2), pp. 148–161. doi: 10.1108/02630800910956470.  
Manyika, J. *et al.* (2015) *Digital America: A Tale of the Haves and Have-Mores*. Available at: [www.mckinsey.com/mgi](http://www.mckinsey.com/mgi). (Accessed: 5 June 2018).

Markets and Markets (2018) *Facility Management Market by Solution, Service, Deployment Type, Organization Size, Vertical, and Region - Global Forecast to 2023*.

Marteinsson, B. (2005) *Service life estimation in the design of buildings: A development of the factor method*. Centre for Built Environment.

Mayo, G. and Issa, R. R. A. (2016) ‘Nongeometric Building Information Needs Assessment for Facilities Management’, *Journal of Management in Engineering*, 32(3). doi: 10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000414.

Momeni, M. and Vandchali, H. R. (2017) ‘Providing a structured methodology for supplier selection and evaluation for strategic outsourcing’, *International Journal of Business Performance and Supply Chain Modelling*, 9(1), p. 66. doi: 10.1504/IJBPSM.2017.083888.

Mordor Intelligence (2018) *Global Facility Management Market - Segmented by Solution, Type, Services and Region - Growth, Trends, and Forecast (2018 - 2023)*.

Mordue, S. (2019) *Explaining the levels of BIM*. Available at: <http://www.bimplus.co.uk/analysis/explaining-levels-bim/> (Accessed: 1 February 2019).

Morgan, J. (2014) *A Simple Explanation Of ‘The Internet Of Things’*, *Forbs*. Available at: <https://www.forbes.com/sites/jacobmorgan/2014/05/13/simple-explanation-internet-things-thatanyone-can-understand/#16850f1b1d09> (Accessed: 13 September 2017).

Motawa, I. and Almarshad, A. (2013) ‘A knowledge-based BIM system for building maintenance’, *Automation in Construction*. Elsevier, 29, pp. 173–182. doi: 10.1016/J.AUTCON.2012.09.008.

Mukelas, M. F. M. *et al.* (2012) ‘A review of Critical Success Factors in building maintenance management of local authority in Malaysia’, in *Symposium on Business, Engineering and Industrial Applications*. Bandung, Indonesia: IEEE, pp. 653–657. doi: 10.1109/ISBEIA.2012.6422970.

Musa, S. *et al.* (2016) ‘Building information modeling (BIM) in Malaysian construction industry: Benefits and future challenges’, in *AIP Conference Proceedings*. AIP Publishing LLC. doi: 10.1063/1.5055507.

National Building Specification (NBS) (2014) *BIM Levels explained*, NBS.

Van Nederveen, G. A. and Tolman, F. P. (1992) ‘Modelling multiple views on buildings’, *Automation in Construction*. Elsevier, 1(3), pp. 215–24. doi: 10.1016/0926-5805(92)90014-B.

Newman, I. and Benz, C. R. (1998) *Qualitative-quantitative research methodology: exploring the interactive continuum*. Southern Illinois University Press. Available at: [https://books.google.it/books/about/Qualitative\\_quantitative\\_Research\\_Method.html?id=xumf1ABFz8cC&redir\\_esc=y](https://books.google.it/books/about/Qualitative_quantitative_Research_Method.html?id=xumf1ABFz8cC&redir_esc=y).

Nizam Kamaruzzaman, S. and Marinie Ahmad Zawawi, E. (2010) ‘Development of facilities management in Malaysia’, *Journal of Facilities Management*. Emerald Group Publishing Limited,

8(1), pp. 75–81. doi: 10.1108/14725961011019094.

Nutt, B. (2000) 'Four competing futures for facility management', *Facilities*. MCB UP Ltd, 18(3/4), pp. 124–132. doi: 10.1108/02632770010315670.

Oke, A. E. *et al.* (2018) 'Challenges of digital collaboration in the South African construction industry', in *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, pp. 2472–2482.

Omar, N. S. N. S., Hatem, W. A. W. A. and Najy, H. I. H. I. (2018) 'Developing of building maintenance management by using bim', *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 9(11), pp. 1371–1383.

Osello, A. (2012) *Il futuro del disegno con il BIM per ingegneri e architetti*. 1st edn. Edited by Dario Flaccovio Editore.

Osservatorio Nazionale Facility Management (2012) 'Il mercato pubblico in Italia nel periodo 2007-2011', p. 12.

Paganin, G. (2005) *L'acquisizione delle informazioni per la manutenzione dei patrimoni immobiliari. La gestione immobiliare dal censimento alla due diligence tecnica*. Sistemi Editoriali.

Palestini, C., Basso, A. and Graziani, L. (2018) 'Integrated photogrammetric survey and BIM modelling for the protection of school heritage, applications on a case study', *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLII-2, pp. 821–828. doi: 10.5194/isprs-archives-XLII-2-821-2018.

Patacas, J. *et al.* (2015) 'BIM for facilities management: Evaluating BIM standards in asset register creation and service life planning', *Journal of Information Technology in Construction*, 20(10), pp. 313–318. doi: 10.1016/j.placenta.2009.02.005.

Plane, C. V. and Green, A. N. (2012) 'Buyer-supplier collaboration: the aim of FM procurement?', *Facilities*. Emerald Group Publishing Limited, 30(3/4), pp. 152–163. doi: 10.1108/02632771211202851.

Plavina, B. and Geipele, I. (2013) 'Chances for the development of multiapartment dwelling houses' policy in Latvia.', in *Economic Science for Rural Development*. Latvia, Jelgava, pp. 43–47.

Polit, D. F. and Beck, C. T. (2004) *Nursing Research : Principles and Methods*. Lippincott Williams & Wilkins.

Prahalad, C. K. and Hamel, G. (2003) *The Core Competence of the Corporation*.

Pramod, R. K. (2012) *BIM for Buildings Owners and Developers. Making a Business Case for Using BIM on Projects*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons.

Rad, H. N. and Khosrowshahi, F. (1997) 'Visualisation of building maintenance through time', in *Conference on Information Visualization*. London, UK: IEEE, pp. 308–314. doi: 10.1109/IV.1997.626538.

Ray-Jones, A. and Clegg, D. (1991) *CI SfB construction indexing manual*. 3rd Ed. RIBA Publication.

Redman, L. and Mory, A. (1933) *The Romance of Research*. Baltimore: Williams & Wilkins.

*Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163* (2010).

Available at: [http://www.bosettiegatti.eu/info/norme/statali/2010\\_0207.htm](http://www.bosettiegatti.eu/info/norme/statali/2010_0207.htm).

Rondeau, E. P., Brown, R. K. and Lapedes, P. D. (2006) *Facility management*. 2nd edn. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons.

Rossmann, G. B. and Wilson, B. L. (1994) 'Numbers and words revisited: Being "shamelessly eclectic"', *Quality & Quantity*. Kluwer Academic Publishers, 28(3), pp. 315–327. doi: 10.1007/BF01098947.

Ruparathna, R., Hewage, K. and Sadiq, R. (2018) 'Multi-period maintenance planning for public buildings: A risk based approach for climate conscious operation', *Journal of Cleaner Production*. Elsevier, 170, pp. 1338–1353. doi: 10.1016/J.JCLEPRO.2017.09.178.

Sabol, L. (2008) 'Building Information Modeling & Facility Management', *Design + Construction Strategies*, p. 13.

Sabol, L. (2013) 'BIM Technology for FM', in *BIM for Facility Managers*, pp. 17–45.

Sacks, R. *et al.* (2010) 'The Rosewood experiment — Building information modeling and interoperability for architectural precast facades', *Automation in Construction*. Elsevier, 19(4), pp. 419–432. doi: 10.1016/J.AUTCON.2009.11.012.

Salvendy, G. (ed.) (2007) *Handbook of Industrial Engineering: Technology and Operations Management*. 3rd Ed. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc. doi: 10.1002/9780470172339.

Sampey, J. R. (1934) 'The Romance of Research (Redman, L. V.; Mory, A. V. H.)', *Journal of Chemical Education*. American Chemical Society, 11(1), p. 62. doi: 10.1021/ed011p62.1.

Sawhney, A. (2014) *International BIM Implementation Guide: RICS Guidance Note, Global, Royal Institution of Chartered Surveyors (RICS)*.

Schmidt, R. and Austin, S. (2016) *Adaptable Architecture: Theory and practice*. Edited by Taylor & Francis Ltd.

Schmidt, R. I., Eguchi, T. and Austin, S. (2010) 'Lessons from Japan: A Look at Century Housing System', in Wynn, D. C. *et al.* (eds) *12th International DSM Conference*. Cambridge, UK, pp. 361–373.

Schwalbe, K. (2015) *Information technology project management*. 8th Ed. Edited by Course Technology Ptr.

Shin, H. *et al.* (2018) 'Facility Management Process of an Office Building', *Journal of Infrastructure Systems*, 24(3). doi: 10.1061/(ASCE)IS.1943-555X.0000436.

Silverman, D. (1998) 'Qualitative research: meanings or practices?', *Information Systems Journal*. Wiley Online Library, 8, pp. 3–20. doi: 10.1046/j.1365-2575.1998.00002.x.

Slesinger, D. and Stephenson, M. (1930) *Encyclopaedia Of The Social Sciences*. Vol IX. MacMillan. SmartMarket Report (2014a) 'The business value of BIM for construction in Major Global Markets', *McGraw Hill Construction*, p. 64.

SmartMarket Report (2014b) 'The Business Value of BIM for Owners', *McGraw Hill Construction*, p. 64.

Teddle, C. and Tashakkori, A. (2009) *Foundations of mixed methods research: integrating quantitative and qualitative approaches in the social and behavioral sciences*. SAGE Publishing.

Available at: <https://uk.sagepub.com/en-gb/eur/foundations-of-mixed-methodsresearch/book226302>.

Teicholz, E. (2004) 'Bridging the AEC/FM technology gap', *IFMA Journal*.

Teicholz, P. (2013) *BIM for facility managers*. Edited by IFMA. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons.

Tenório de Morais, G. A. and Casado Lordsleem, A. (2018) 'Building maintenance management activities in a public institution', *Engineering, Construction and Architectural Management*. Emerald Publishing Limited. doi: 10.1108/ECAM-01-2018-0024.

Thabet, W. and Lucas, J. (2017) 'Asset Data Handover for a Large Educational Institution: Case-Study Approach', *Journal of Construction Engineering and Management*. doi: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001389.

Thomson, T. (1990) 'The essence of facilities management', *Facilities*, 8(8), pp. 8–12. doi: 10.1108/EUM0000000002119.

Della Torre, S. (2003) *La conservazione programmata del patrimonio storico architettonico : linee guida per il piano di manutenzione e il consuntivo scientifico*. 1st Ed. Guerini e associati.

Tronconi, O. (1998) *Gli sviluppi innovativi nel campo della gestione immobiliare*. 3rd Ed, *Il Nuovo Cantiere*. 3rd Ed. Milano: Editrice Tecniche Nuove.

Tronconi, O. (2015) 'Il mercato del Facility Management italiano ad una svolta', *Amministrare immobili*, 190, pp. 42–46.

Tronconi, O. and Ciaramella, A. (2003) *Gestire la manutenzione. Le tre fasi previste dalla Merloni: programma, manuale di manutenzione, manuale d'uso*. Roma: DEI Tipografia del Genio Civile.

Tronconi, O. and Ciaramella, A. (2006) *Manuale del Facility Management*. Milano: Il Sole 24Ore.

Utica, G. (2010) *Tecniche avanzate di analisi e gestione dei progetti : applicate ai momenti della valutazione preventiva del costo di costruzione e ai caratteri del giudizio di valore nella qualità progettuale*. Mc Graw-Hill Companies.

Utica, G. (2011) *La stima sintetica del costo di costruzione : il computo metrico e il computo metrico estimativo per classi di elementi tecnici*. Santarcangelo di Romagna: Maggioli Editore.

Valero, E., Adán, A. and Cerrada, C. (2015) 'Evolution of RFID Applications in Construction: A Literature Review', *Sensors*. Multidisciplinary Digital Publishing Institute, 15(7), pp. 15988–16008. doi: 10.3390/s150715988.

Vass, S. and Gustavsson, T. K. (2017) 'Challenges when implementing BIM for industry change', *Construction Management and Economics*. Routledge, 35(10), pp. 597–610. doi: 10.1080/01446193.2017.1314519.

Wang, Y. *et al.* (2013) 'Engagement of facilities management in design stage through BIM: Framework and a case study', *Advances in Civil Engineering*. Hindawi, 2013, pp. 1–8. doi: 10.1155/2013/189105.

Watson, A. (2011) 'Digital buildings – Challenges and opportunities', *Advanced Engineering Informatics*. Elsevier, 25(4), pp. 573–581. doi: 10.1016/J.AEI.2011.07.003.

Whyte, J. (2000) 'Virtual reality applications in the house-building industry'. Loughborough University Institutional Repository.

Wiig, K. M. (1997) 'Knowledge Management: An Introduction and Perspective', *Article in Journal of Knowledge Management*. doi: 10.1108/13673279710800682.

Williams, B. (1996) 'Cost-effective facilities management: a practical approach', *Facilities*. MCB UP Ltd, 14(5/6), pp. 26–38. doi: 10.1108/02632779610117107.

Windrum, P., Reinstaller, A. and Bull, C. (2009) 'The outsourcing productivity paradox: total outsourcing, organisational innovation, and long run productivity growth', *Journal of Evolutionary Economics*. Springer-Verlag, 19(2), pp. 197–229. doi: 10.1007/s00191-008-0122-8.

Wong, J. K. W., Ge, J. and He, S. X. (2018) 'Digitisation in facilities management: A literature review and future research directions', *Automation in Construction*. Elsevier, 92, pp. 312–326. doi: 10.1016/J.AUTCON.2018.04.006.

Yang, L. *et al.* (2019) 'A two-phase preventive maintenance policy considering imperfect repair and postponed replacement', *European Journal of Operational Research*. North-Holland, 274(3), pp. 966–977. doi: 10.1016/J.EJOR.2018.10.049.

Yin, R. K. (2003) *Case Study Research Design and Methods*. 3rd edn. SAGE Publications.

Zhou Moss, Q. (2008) 'FM market research review: do we really have the "intelligence"?'', *Facilities*.

Emerald Group Publishing Limited, 26(11/12), pp. 454–462. doi: 10.1108/02632770810895714.

Zhou, W., Whyte, J. and Sacks, R. (2012) 'Construction safety and digital design: A review', *Automation in Construction*, 22, pp. 102–111.

Zou, Y. (2017) *BIM and knowledge based risk management system*. University of Liverpool.

## **RINGRAZIAMENTI**

Sono stati tre anni di duro lavoro. Le sfide affrontate hanno contribuito alla mia crescita come studente e come persona. Vorrei spendere due parole di ringraziamento nei confronti di tutte le persone che mi hanno sostenuto e aiutato durante questo periodo.

Prima di tutto desidero ringraziare di cuore il mio relatore, il Professore Nunzio Casalino, per la grande disponibilità mostrata e per la dedizione all'insegnamento, il suo corso mi ha fornito spunti interessanti da cui prendere ispirazione per approfondire il tema trattato nell'elaborato.

Infine, vorrei dedicare un pensiero speciale alla mia famiglia per il sostegno, l'amore e la serenità dimostrati, che mi hanno permesso di raggiungere questo importante traguardo.