

Maria Azzalin,

Dipartimento di Architettura e Territorio, Università Mediterranea di Reggio Calabria, Italia

maria.azzalin@unirc.it

Abstract. L'horror pleni che Dorflies identifica con «Troppe informazioni, troppe immagini, troppi rumori» equivale allo «Tsunami delle informazioni» che secondo Floridi ha investito la società, nell'ultimo decennio. Ipertrofia segnica per il primo, infosfera, onlife i termini da cui partire per il secondo. Una quarta rivoluzione in cui l'espressione onlife definisce la nuova perimetrazione delle nostre attività quotidiane e le tecnologie ICT e tra queste l'IoT configurano sempre più l'ambiente in cui viviamo e influenzano i processi connessi al mantenimento della qualità nel tempo e alla valutazione del ciclo di vita. Tema non nuovo, innovati gli approcci dati dalla digital transformation. Altrettanto degne di sfida le nuove criticità e complessità tra interoperabilità e Big Data Analytics.

Parole chiave: Manutenzione; Service Life Planning; IFC Industrial Foundation classes; COBie Construction Operations Building information exchange.

«È l'insieme delle parti a essere carro? chiese il saggio Nagasena. Il re Milinda rispose cautamente [...] Siamo processi. Accadimenti, composti e limitati nello spazio e nel tempo» (Milindapanha, op. cit., Rovelli, 2017).

Dal dato all'informazione: processualità e interconnessione

Nell'era di Industria 4.0 l'informazione è Big Data. Non semplice slogan, è istantanea efficace di alcune questioni nodali:

centralità del dato e approccio *data-drivenness*.

Così l'*horror pleni* che Dorflies identifica con «Troppe informazioni, troppe immagini, troppi rumori» (Dorflies, 2008), equivale allo «Tsunami delle informazioni» (Floridi, 2019) che secondo Floridi ha investito la società nell'ultimo decennio; sottolineando che è la *governance* di queste informazioni la vera questione da affrontare.

Ipertrofia segnica per il primo. In cui l'*horror pleni* non è solo il rifiuto del frastuono ma anche del rumore inteso nel significato

proprio della Teoria dell'Informazione: di opposto di informazione.

Infosfera e *onlife* i termini da cui partire per il secondo. Una nuova semantica. Una quarta rivoluzione, dopo quella di Copernico, Darwin e Freud, che non è solo tecnologica. Nell'ambito della quale, l'espressione *onlife* perimetra i confini spaziali delle nostre attività quotidiane. Siamo *onlife*, connessi gli uni con gli altri e con innumerevoli dispositivi, senza soluzione di continuità, diventando progressivamente parte integrante di un'Infosfera globale in cui sempre più spesso il flusso delle informazioni è *machine to machine*.

Alcuni dati sono tanto indicativi quanto impressionanti. Secondo uno studio dell'International Data Corporation del 2014 sono stati generati più dati nel 2012, 4,4 ZB circa (Zettabyte 10^{21}) che nei precedenti 5.000 anni, solo 1 ZB circa. Si stima che nel 2020 si passerà dai 4,4 ZB a 44 ZB di volume di dati creati; il 90% dei quali sarà stato generato negli ultimi due anni attraverso l'*Internet of Things*.

Un crescente numero di interconnessioni, di sistemi tra loro interdipendenti che la moderna teoria della complessità, partendo dall'intuizione del fisico-matematico Poincaré, definisce appunto «ambiente complesso». Caratterizzato da fenomeni di imprevedibilità che possono, sì, essere ipotizzati attraverso l'esatta modellazione matematica ma tra i quali non si può prevedere quale sarà assunto (Morin, 1993).

Aspetto, questo della complessità dei sistemi che, insieme a quello della *governance* delle informazioni, costituiscono elementi nodali nello scenario di transizione digitale che caratterizza la società e il mondo produttivo attuale compreso il settore delle costruzioni e della manutenzione che, in particolare, nel rispon-

Maintenance and Service Life Planning: process and interconnection

Abstract. The horror pleni that Dorflies identifies with «Too much information, too many images, too many noises» is equivalent to the «Tsunami of information» that, according to Floridi, has invested the company in the last decade. Hypertrophy of the sign for the first, infosphere and onlife are the terms from which to start working on the second. A fourth revolution in which the expression onlife defines the new perimeter of our daily activities and ICT technologies, among these the IoT, increasingly configure the environment we live in and influence the processes related to maintaining quality in time and to life cycle assessment. It is not a new theme; the approaches brought about by digital transformation have been innovated. Equally worthy of challenge are the new problems and the new complexities related to interoperability and Big Data Analytics.

Keywords: Maintenance Service Life Planning; IFC Industrial Foundation classes; COBie Construction Operations Building information exchange.

«Is it all the parts that are chariot? asked the wise Nagasena. King Milinda replied cautiously [...] We are trials. Happenings composed and limited in space and time» (Milindapanha, op cit., Rovelli, 2017).

From data to information: process and interconnection

In the era of Industry 4.0, information is Big Data. This is not a mere slogan, it is an effective snapshot of certain key issues, precisely the centrality of data and a data-driven approach. Thus the *horror pleni* that Dorflies identifies with «Too much information, too many images, too many noises» (Dorflies, 2008)

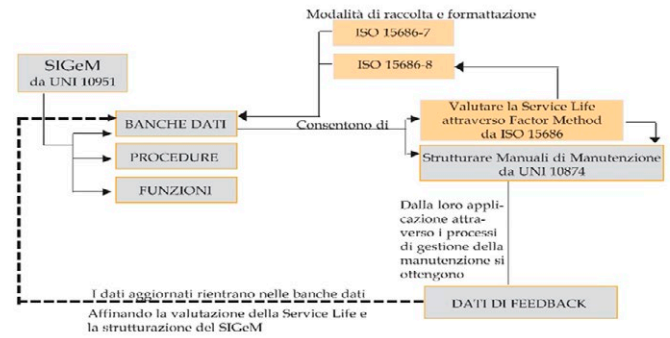
equates to the «information Tsunami» (Floridi, 2019) that, according to Floridi, has invested the society in the last decade, stressing that the governance of this information is the real issue to be addressed.

Hypertrophy of the sign for the first, in which the *horror pleni* is not only the refusal of the noise but also of the noise understood in the proper meaning of Information Theory: the opposite of information. Infosphere and onlife, the terms from which the second commences. A new semantics. A fourth revolution, after that of Copernicus, Darwin and Freud, which is not only technological. As part of this fourth revolution, the expression onlife defines the spatial boundaries of our daily activities. We are onlife, connected to each other and with countless devices, seamlessly, becoming an integral part of a global Infosphere where the

dere alle proprie istanze di innovazione riconosce a tali temi la duplice valenza di volano del cambiamento e causa di criticità. Se da un lato, infatti, le tecnologie ICT e tra queste l’IoT configurano sempre di più l’ambiente e lo spazio costruito in cui lavoriamo e viviamo, dall’altro ne indirizzano anche la trasformazione ai fini del loro stesso funzionamento. «Noi modelliamo le nostre costruzioni e poi le nostre costruzioni modellano noi» (Churchill, 1944) Affermazione incredibilmente profetica se la si legge oggi in termini di *smart home*, *cognitive building*, ecc.; ripresa dallo stesso Floridi (Floridi, 2019) per porre l’attenzione sulle relazioni e i portati di una nuova “spazialità *machine friendly* e interconnessa”. Uno spazio che si modella intorno a sistemi e dispositivi che svolgono attività e/o forniscono servizi raccolgono e/o restituiscono dati, scambiando informazioni all’interno di una “rete” e fra i molteplici utenti e/o operatori coinvolti. Si tratta di un processo di trasformazione complesso e articolato, nell’ambito del quale il riferimento sempre più frequente a espressioni come *Open API (Application Programming Interface)*, *Web Semantico*, *Protocolli di Comunicazione*, ecc evidenzia quanto il “dato” inizi a configurarsi come “oggetto” con un proprio “valore”, rispetto al cui uso e disponibilità vanno affermandosi questioni non più solo tecniche, di affidabilità, ma anche di ordine etico, di *privacy*, di proprietà. Ed è proprio, anzi soprattutto, nel settore delle costruzioni che le sfide per il futuro attengono non tanto e non solo appunto alla digitalizzazione dei processi, aspetto sia pure rilevante, quanto, piuttosto e in maniera sempre più evidente alla complessità connessa ai dati disponibili e al loro uso secondo un approccio *Data Drivenness* nell’ambito dei diversi processi decisionali riferiti alla garanzia di qualità, efficienza e sicurezza del costruito per gli utenti finali.

flow of information is increasingly machine to machine. Some figures are as indicative as they are impressive. According to a 2014 International Data Corporation study, more data was generated in 2012, approximately 4.4 ZB (Zetta-byte 10²¹) than in the previous 5.000 years, only about 1 ZB. It is estimated that in 2020 it will increase from 4.4 ZB to 44 ZB of data volume created. 90% of this will have been generated in the past two years through the Internet of Things. A growing number of interconnections of interdependent systems is defined as “complex environment” by the modern complexity theory, starting from the insight of the physicist-mathematician Poincaré. It is characterised by unpredictability phenomena that can be hypothesised through exact mathematical modelling but it is not

possible to predict which one will be assumed (Morin, 1993). This aspect of the complexity of the systems, together with that of information governance, are two key elements in the digital transition scenario that characterises society and the current production world, including the construction and maintenance sector which, in particular, in responding to the their own instances of innovation, recognise these issues as the driving force of change and the cause of critical issues. If, on the one hand, ICT technologies and, among them, the IoT, increasingly configure the environment and the built space in which we work and live, on the other hand they also direct the transformation of both environment and built space for the purpose of their own functioning. «We model our constructions and



Con riferimento ai processi di gestione del costruito e alla valutazione del ciclo di vita, emergono con sempre maggiore incisività aspetti connessi alla necessità di gestire modelli numerici strutturati riferiti non più solo a dati prestazionali, di funzionamento, ma anche comportamentali, esperienziali riferiti agli *end user*, al loro livello di soddisfazione e di benessere: ciclo di vita e ciclo delle vite. Si vanno dunque affermando nuovi portati informativi. Nel corso degli anni la Manutenzione è passata da un approccio operativo, inteso quale insieme di attività necessarie a «correggere e a mantenere le condizioni di funzionamento di un bene» (Molinari, 1989), ad un processo prima ingegneristico e quindi proattivo, prognostica e manutenzione predittiva (Cattaneo, 2012) che ha condotto all’affermazione dell’*Asset Management* e alla gestione degli asset attraverso l’analisi del ciclo di vita. Oggi, le tecnologie digitali e lo sviluppo della sensoristica applicate in modo efficace ed efficiente al settore delle costruzioni e alle attività di gestione e manutenzione aprono, di fatto, a innovati paradigmi e nuove opportunità connesse appunto ad approcci predittivi; ciò grazie alle aumentate capacità di acquisire informazioni, attraverso il *monitoring conditions*, di analizzarle, interpretarle, visualizzarle *real time*, raccogliendo altresì i *feedback* degli *end-users*. In una prospettiva che ricerca il più opportuno bilanciamento tra i tre principali fattori della gestione di un bene: costo-prestazione-rischio.

then our constructions shape us» (Churchill, 1944). This amazingly prophetic statement, if you interpret it today in terms of smart home, cognitive building, etc., has been adopted by Floridi himself (Floridi, 2019) to focus attention on the relationships and outcomes of a new “machine friendly and interconnected spatiality”. A space that is modelled around systems and devices that perform activities and/or provide services, collect and/or return data, exchanging information within a “network” and between the multiple users and/or operators involved. It is a complex and articulated transformation process, in which the increasingly frequent reference to expressions, such as *Open API (Application Programming Interface)*, *Semantic Web*, *Communication Protocols*, etc., highlights how much the “data”

begin to be configured as an “object” with its own “value”, and how their use and availability is not only technical (reliability), but also ethical (privacy and property issues). And it is precisely, indeed above all, in the construction sector that the challenges for the future concern not so much and not just the digitisation of processes, an aspect that is also relevant, but rather and increasingly the complexity connected with the available data and with their use according to the Data Driven approach applied to the various decision-making processes related to the guarantee of quality, efficiency and safety of buildings for end-users. With reference to the construction management processes and to the life cycle assessment, aspects emerge, with increasing incisiveness, concerning the need to manage struc-

In questo contesto le esperienze di ricerca presentate fanno proprie alcune specifiche direttrici di sviluppo: la raccolta delle informazioni, la loro strutturazione e connettività; l'utilizzo dei dati e la relativa potenza di calcolo degli *analytics*; l'interazione tra uomo e macchina realizzata sempre più spesso attraverso interfacce *touch* e realtà aumentata.

Raccolta delle informazioni, strutturazione e connettività. Il filo conduttore di due esperienze

Una ricerca Post Dottorato e un progetto finanziato che ha condotto alla recente costituzione di uno spin-off accademico, sono le due esperienze che, sia pure lontane temporalmente, sono unite da un unico filo conduttore che mette insieme da un lato la definizione, in un'ottica di service life planning, di strumenti e di procedure per la raccolta, sistematizzazione, gestione e feedback delle informazioni da e per la manutenzione, dall'altro il loro trasferimento e la comunicazione tra gli operatori coinvolti nelle relative prassi attuative. Tema, il primo, della ricerca Post Dottorato dal titolo "La previsione del ciclo di vita utile. Strategie e strumenti operativi per il controllo della qualità delle costruzioni nel tempo e la programmazione del suo mantenimento", che ha fatto propri tanto i caratteri di innovazione quanto le istanze e le criticità espresse in sede ISO nella stesura della serie ISO 15686 "Buildings and constructed assets – Service life planning" in tema di vita utile e manutenzione. L'obiettivo generale della ricerca è stato l'integrazione all'interno dei processi che presiedono al controllo della qualità nel tempo, di principi e procedimenti connessi alla valutazione della service life. Con particolare riferimento alla verifica della trasferibilità all'in-

terned numerical models referring no longer only to performance and operations, but also to behavioural and experimental data referring to end users, to their level of satisfaction and well-being: to their life cycle. Therefore, new information flows are emerging. Over the years, Maintenance has shifted from an operational approach, intended as a set of activities necessary to "correct and maintain the operating conditions of an asset" (Molinari, 1989), to a process that was first engineering and, therefore, proactive, prognostic and predictive maintenance (Cattaneo, 2012), leading to the establishment of asset management through life cycle analysis. Today, digital technologies and the development of sensors applied effectively and efficiently to the construction sector, and to management and main-

tenance activities, open to innovation paradigms and to new opportunities connected to predictive approaches. This is due to the increased ability to acquire information through monitoring conditions to analyse it, interpret it, display it in real time, also collecting the feedback from end-users. The above applies in a perspective that seeks the most appropriate balance between the three main factors of managing an asset: cost-performance-risk. In this context, the research experiences presented make some specific development guidelines their own: the collection of information, its structure and its connectivity; the use of data and the relative computing power of analytics; the interaction between man and machine that is increasingly achieved through touch interfaces and augmented reality.

ISO/DIS 15686 - 7	Buildings and Constructed Assets – Service Life Planning - Performance assessment for feed-back of service life data from practice
ISO/DIS 15686 - 8	Buildings and Constructed Assets – Service Life Planning - Reference service life and service life estimation
UNI CEN/TS 13331	Technical Specification: Criteria for design, management and control of maintenance services for buildings
UNI 10604	Manutenzione. Criteri di progettazione, gestione e controllo dei servizi di manutenzione di immobili
UNI 10951	Sistemi Informativi per la gestione della manutenzione dei patrimoni immobiliari. Linee guida
UNI 10874-1	Manutenzione dei patrimoni immobiliari. Criteri di stesura dei manuali d'uso e di manutenzione
UNI 10914-2	Edilizia - Qualificazione e controllo del progetto edilizio di interventi di nuova costruzione e di interventi sul costruito
UNI 10998	Archivi di gestione immobiliare – Criteri generali di costituzione e cura
UNI 11237	Manutenzione dei patrimoni immobiliari - Criteri per la stesura del piano e del programma di manutenzione dei beni edilizi - Linee guida
UNI 10831-1	Documentazione ed informazioni di base per il servizio di manutenzione da produrre per i progetti dichiarati eseguiti ed eseguiti. Struttura, contenuti e livelli della documentazione
UNI 10831-2	Documentazione ed informazioni di base per il servizio di manutenzione da produrre per i progetti dichiarati eseguiti ed eseguiti. Articolazione dei contenuti della documentazione tecnica ed unificazione dei tipi di elaborato

terno dell'apparato normativo nazionale di "strategie e strumenti operativi" già recepiti in sede ISO (ISO 15686) che attengono, in particolare, alla raccolta e formattazione dei dati (Fig. 1).

Due, in sintesi, le strategie di approccio al tema che sono state perseguite.

La costruzione, sulla base degli obiettivi dichiarati, di un quadro normativo di riferimento UNI e ISO (Fig. 2) relativo alla questione specifica del flusso informativo per la manutenzione edilizia.

L'avvio di un confronto critico finalizzato ad individuarne i caratteri di sovrapposibilità e integrabilità e all'individuazione del potenziale grado di recepimento reciproco.

Molteplici gli aspetti di sovrapposibilità e integrabilità tra i contenuti della ISO 15686-7:2017 "Performance evaluation for feedback of service life data from practice", ISO 15686-8:2008 "Reference service life and service-life estimation" e le UNI 10604:1997 "Manutenzione. Criteri di progettazione, gestione e controllo dei servizi di manutenzione di immobili" e UNI 10951:2001 "Sistemi informativi per la gestione della manutenzione dei patrimoni immobiliari - Linee guida" (Fig. 3).

In particolare, la struttura delle anagrafi così come introdotte nella UNI 10951 trova una chiara corrispondenza con l'articolazione dei fattori che definiscono il Factor Method, procedura in-

Information gathering, structuring and connectivity. The common thread of two experiences

A post-doctoral research and a funded project that led to the recent establishment of an academic spin-off are the two experiences that, albeit temporally distant, are united by a single common thread. It converges the definition, on the one hand, of tools and procedures for the collection, systemisation, management and feedback of information from and for maintenance, related to service life planning and, on the other hand, their transfer and communication between the operators involved in the related implementation practices. The theme of the first post-doctoral research entitled "The prediction of the useful life cycle. Strategies and operational tools for the quality control of buildings over time and the planning of its maintenance" included the char-

acteristics of innovation as well as the instances and critical issues expressed by the ISO in the draft of the series ISO 15686 "Buildings and constructed assets - Service life planning", in terms of service life and maintenance. The general objective of the research was the integration within the processes that preside quality control over time of principles and procedures related to the assessment of service life, with particular reference to the verification of the transferability within the national regulatory apparatus of "operational strategies and tools" already implemented in ISO (ISO 15686) which pertain, in particular, to the collection and formatting of data (Fig. 1).

In short, there are two approaches to the theme pursued: the construction, on the basis of the stated objectives, of a UNI and ISO regulatory framework (Fig. 2) relating to the specific issue of

trodotta dalla ISO 15686-2:2012 *Service life prediction procedures* per la valutazione della service life.

Nel richiamare le analogie di contenuto tra la UNI 10604, e la serie ISO 15686, si ricorda che in occasione dello sviluppo della ricerca era in discussione il recepimento in sede EN della suddetta UNI 10604, oggi UNI EN 15331:2011 “Criteri di progettazione, gestione e controllo dei servizi di manutenzione degli immobili”. Inoltre, la presentazione della proposta di revisione della norma UNI 10951 poneva allora le condizioni per la verifica di un’eventuale integrazione nel testo normativo nazionale delle procedure accreditate attraverso le ISO 15686. Ciò anche in virtù di una proposta di liaison in corso all’epoca tra il CEN 319 “Manutenzione” e l’ISO TC59 SC14 “Design Life of Buildings”.

Appaiono oltremodo notevoli ancora oggi le potenzialità relative ad una raccolta sistematica, su base informatica, delle evenienze di guasto poste in relazione al tipo di soluzione tecnica ed al contesto d’uso specifico in cui sono maturate le condizioni per il loro innesco. Tra gli obiettivi della serie ISO 15686, vi è infatti quello di creare le condizioni affinché si possa disporre di *Data-Base* sui valori di *Reference Service Life* da cui derivare attraverso procedure possibilmente normate, tra cui il *Factor Method*, i valori di *Estimated Service Life* contestualizzati.

Come già ampiamente evidenziato diversi anni fa da Molinari emerge la necessità di riconfermare indirizzi di ricerca sul ruolo «di supporto informativo retroattivo della manutenzione» (Molinari, 2002), di “osservatorio” privilegiato dei fenomeni che caratterizzano le trasformazioni nel tempo dei sistemi edilizi, del loro funzionamento e dei loro modi d’uso.

Non solo, in un contesto generale di gestione delle informazioni e di *digital transformation* la stessa serie ISO 15686-4:2014

the information flow for building maintenance, and the starting up of a critical comparison aimed at identifying the characteristics of overlapping and integration, and at identifying the potential degree of mutual transposition.

These are multiple aspects of overlap and integration between the contents of ISO 15686-7: 2017 “Performance evaluation for feedback of service life data from practice”, ISO 15686-8:2008 “Reference service life and service-life estimation”, UNI 10604:1997 “Maintenance. Design, management and control criteria for property maintenance services” and UNI 10951:2001 “Information systems for managing the maintenance of real estate assets - Guidelines” (Fig. 3).

In particular, the structure of the registries as introduced in UNI 10951 finds a clear correspondence with the articulation of the factors that define the Fac-

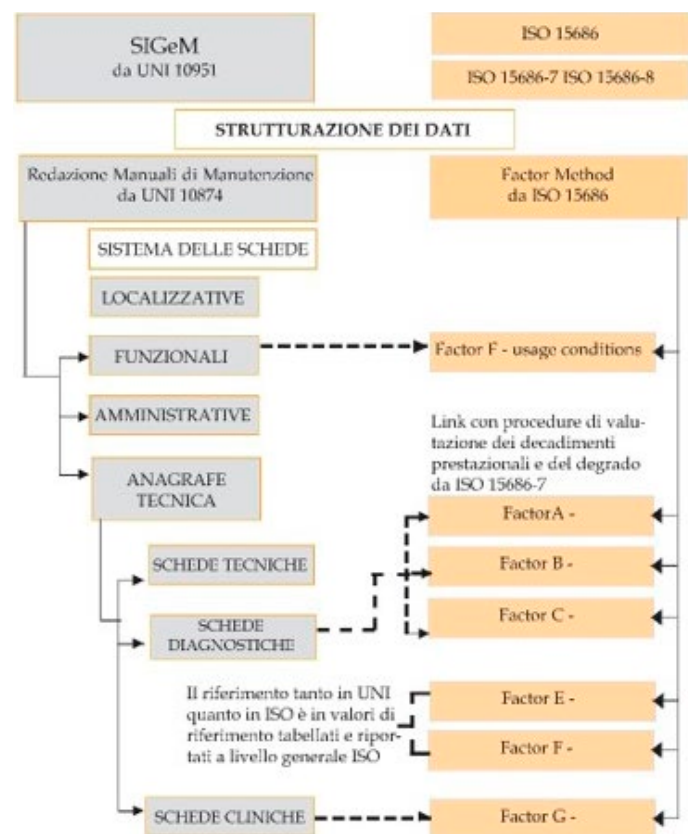
tor Method, a procedure introduced by ISO 15686-2:2012 “Service life prediction procedures for the evaluation of service life”.

When recalling content-related similarities between UNI 10604 and the ISO 15686 series, it must be said that, during the development of the research, the implementation of the aforementioned UNI 10604 (now UNI EN 15331:2011 “Design, management and control criteria for property maintenance services”) was being discussed. Furthermore, the presentation of the proposal to revise the UNI 10951 standard laid the conditions to verify the possible integration of the procedures accredited through ISO 15686 into the national regulatory text. This was also due to a liaison proposal in progress at the time between CEN 319 *Maintenance* and ISO TC59 SC14 *Design Life of Buildings*.

“Service life planning using Building Information Modelling” nell’interpretare gli aspetti applicativi dell’interoperabilità, introduce modalità di acquisizione e gestione delle informazioni basate su standard *OpenBIM* (Industrial Foundation Classes - IFC) e specifiche sulla struttura dei dati (Construction Operations Building information exchange - COBie)

Aspetti quelli sopra introdotti e finalità trasferiti nelle linee di indirizzo che hanno orientano la seconda esperienza, qui presentata, la costruzione della proposta di uno Spin-off accademico e la sua successiva costituzione.

B.I.G. srl è oggi *Spin-off* accademico dell’Università Mediterranea di Reggio Calabria e impresa iscritta nell’elenco delle *startup* innovative con Presidente e Legale Rappresentante il Prof. Massimo Lauria. Opera nel campo dell’innovazione tecnologica sfruttando, in linea con le indicazioni operative di Industria 4.0, le potenzialità dell’Information Communication Technology. Oltre alle competenze dei founders, tra i quali anche la scrivente, si avvale dell’*expertise* riconosciute ai due soci industriali ACCA software S.p.A e BimCo società cooperativa di servizi di digitalizzazione. Tra gli elementi di innovazione che contraddistinguono la proposta imprenditoriale vi è la sperimentazione di un sistema di



governance dei patrimoni immobiliari basato sulla costruzione di una infrastruttura ICT di rete, il *Maintenance Management Model* e lo sviluppo di processi innovativi di condivisione delle informazioni, *Open Data* e *Web Semantico*, tra i diversi operatori e tra questi e gli utenti, con modalità da remoto e/o in loco grazie al supporto di dispositivi *mobile*.

Il *Maintenance Management Model* nato nella sua forma prodromica da una ricerca di Dottorato (Melchini, 2015), è stato oggetto negli anni di successiva definizione e implementazione ricevendo una prima e significativa validazione attraverso i risultati raggiunti in alcuni *contest* per idee imprenditoriali innovative (Coopstartup Calabria Ricomincio da T(r)E, 2016; StartupCalabria, 2016, finalista nazionale di Startup Europe Awards, 2017). Attualmente è in via di definizione il relativo plug-in e una sua sperimentazione attraverso l'applicazione pilota ad alcuni casi studio, tra i quali: parte dell'asset edilizio dell'Università Mediterranea di Reggio Calabria e alcuni immobili di edilizia residenziale pubblica dell'Aterp regionale Calabria.

Il *Maintenance Management Model* utilizza come linguaggio di scambio informativo il formato IFC (ISO 16739/2018 Industry Foundation Classes for data sharing in the construction and facility management industries). Inoltre, nel mettere in valore le potenzialità dell'*Internet of Things* e dei sistemi di *Building Automation* è pensato per consentire, attraverso le tecnologie avanzate di *Web Semantico*, realtà aumentata e virtuale, l'implementazione, la contestuale comunicazione e visualizzazione *real time* dei dati relativi al comportamento in opera, delle segnalazioni di guasto e di *query* specifiche. Presupposto operativo è la possibilità di gestire i modelli *OpenBIM* di ogni disciplina (architettura, impianti, energia, strutture, cantiere e manutenzione) in un uni-

The potential for a systematic collection, on an IT basis, of the occurrence of breakdowns in relation to the type of technical solution and to the specific context of use in which the conditions that trigger them have emerged, is still very significant. In fact, the objectives of the ISO 15686 series include creating the conditions to have a Database on the Reference Service Life values. The contextualised values of Estimated Service Life can be derived from the database through possibly standardised procedures, including the Factor Method.

As already widely pointed out several years ago by Molinari, the need emerges to reconfirm research guidelines on the role of "retroactive information support for maintenance" (Molinari, 2002), as a privileged "observatory" of the phenomena that characterise the transformations of constructions

over time, their functioning and ways of use.

Moreover, in a general context of information management and digital transformation, the same ISO 15686-4:2014 "Service life planning using Building Information Modeling", in interpreting the application aspects of interoperability, introduces methods of acquisition and management of information based on OpenBIM standards (Industrial Foundation Classes - IFC) and on specifications on the data structure (Construction Operations Building information exchange - COBie).

The aspects introduced above and the purposes transferred to the guidelines direct the second experience presented here, namely the construction of the proposal for an academic Spin-off and its subsequent establishment.

B.I.G. srl is now an academic spin-off of the Mediterranean University of

co Ambiente di Condivisione dei Dati (ACDat) o Common Data Environment (CDE) (Lauria and Azzalin, 2019).

Sebbene gli studi condotti finora abbiano consentito la definizione di alcuni requisiti specifici degli *OpenBIM* per la manutenzione, mancano tuttavia ad oggi ricerche e sperimentazioni sistematiche.

Notevoli dunque, in questo ambito, le opportunità di ricerca svolte anche in un'ottica di affinamento e implementazione del *Maintenance Management Model* attraverso le azioni di *R&D*, *Research and Development* svolte all'interno dello *Spin-off*. Tra le linee di ricerca vi è lo studio dell'integrazione degli standard BIM e COBie e la definizione di un registro delle attività di gestione basato sull'utilizzo della metodologia introdotta dalla ISO 29481-1:2010 "Building information modeling - Information Delivery Manual. Methodology and format". La metodologia consente di mappare e descrivere i processi di informazione in tutto il ciclo di vita, permettendo di implementare ed estrarre i requisiti di manutenzione rispettivamente in e dai modelli BIM (Kassem *et al.*, 2015); e configurando infine il sistema non solo come repository, ma anche come fonte di informazioni di feedback da rendere disponibili in fase di progettazione (Volk *et al.*, 2014).

Nuovi portati informativi tra Interoperabilità e Big Data Analytics

Entrambe le esperienze presentate confermano sia pure da differenti prospettive la centralità dei temi connessi alla gestione dei dati. Dati che costituiscono la base della nota piramide di DIKW a partire dai quali si strutturano informazioni, si costruisce conoscenza e consapevolezza. Evidenti alla luce della trasfor-

Entrambe le esperienze presentate confermano sia pure da differenti prospettive la centralità dei temi connessi alla gestione

Reggio Calabria and a company registered in the list of innovative startups with Prof. Massimo Lauria as President and Legal Representative. It operates in the field of technological innovation by exploiting, in line with the operating indications of Industry 4.0, the potential of Information Communication Technology. In addition to the skills of the founders, including the author, it makes use of the acknowledged expertise of the two industrial partners ACCA software S.p.A and BimCo, a cooperative company of digitisation services.

The elements of innovation that distinguish the business proposal include the testing of a governance system of real estate assets based on the construction of an ICT network infrastructure, precisely the Maintenance Management Model and the development of innovative information sharing processes,

Open Data and Semantic Web, between different operators and between them and the users, with remote and/or onsite mode thanks to the support of mobile devices.

The Maintenance Management Model, born in its prodromal form from a PhD research (Melchini, 2015), has been the object of subsequent definition and implementation, receiving an initial and significant validation through the results achieved in some contests for innovative business ideas (Coopstartup Calabria I start again from T (r) E, 2016; StartupCalabria, 2016, national finalist of Startup Europe Awards, 2017).

The related plug-in is currently being defined and tested through the pilot application on some case studies, such as part of the building structure of the Mediterranean University of Reggio Calabria and some public residential

mazione digitale le profonde modifiche dei tradizionali portati informativi.

Interoperabilità e *Big Data Analytics* rappresentano le nuove sfide della ricerca e della normazione per il settore delle costruzioni e in particolare per il comparto della manutenzione, da sempre in difficoltà rispetto alla disponibilità e affidabilità dei dati necessari per programmare e attuare le più opportune scelte di intervento.

L'esperienza condotta finora nella prima fase di costruzione della proposta di *Spin-off*, ha dimostrato come l'associazione di BIM e IoT, l'uno come *repository* digitale intelligente e interrogabile, l'altro come insieme di metodi e protocolli di trasmissione dei dati, nonostante le criticità evidenziate, introduca innumerevoli opportunità, tecniche, gestionali, economiche. La reingegnerizzazione dei processi, l'integrazione delle attività-funzioni, il ruolo dei sistemi informativi fondati su architetture di rete e *data-base* relazionali che rendono agevole a tutti gli operatori l'accesso ai dati sono infatti alcuni dei cardini delle nuove evoluzioni organizzative e strategiche connesse alla gestione del costruito.

In quest'ottica si promuovono una visione nuova della Manutenzione che, da processo preposto al mantenimento del costruito sul piano tecnico-operativo, viene a configurarsi come complessa "*soft infrastructure*" facendosi interprete, attraverso l'esplicitazione di alcuni fattori abilitanti, della transizione in atto verso Industria 4.0: l'interoperabilità, la virtualizzazione, la decentrazione, la capability, l'interfaccia *persone-macchine*.

Una riflessione aggiuntiva si impone infine ad un livello che non è più solo strumentale né di processo, ma semantico. Espressioni quali *helpful home* e *cognitive building*, *smart home* e *digital twin* non possono essere recepite dal comparto esclusivamente

in termini addizionali di domotica e di *Building Management System*, così come la definizione di *digital twin* non può confondersi con la pur accattivante immagine di edificio tecnologico popolato da assistenti vocali e dispositivi di sensoristica. Si impongono implicazioni relative alla dimensione comportamentale, al monitoraggio, alla simulazione dei comportamenti degli users, ai fini del loro benessere complessivo.

L'innovazione è certamente stimolata dallo sviluppo delle tecnologie, tuttavia ancora centrale, per il cambiamento, è il ruolo dell'uomo. Lo confermano i principi assunti anche dal World Economic Forum del 2016, nel documento *Modellare il futuro delle costruzioni* (WEF, 2016) in linea con le posizioni espresse da Cattaneo (Cattaneo, 2012) che nel tratteggiare gli sviluppi dell'approccio manutentivo fino ai nostri giorni, e il suo potenziale ruolo di volano di sviluppo, ne evidenzia l'aspetto oggi essenziale che è sempre più *human centred*.

building properties of the Regional At-
erp Calabria.

The Maintenance Management Model uses the IFC format (ISO 16739:2018 "Industry Foundation Classes for data sharing in the construction and facility management industries") as the information exchange language. Furthermore, in enhancing the potential of the Internet of Things and Building Automation systems, the Maintenance Management Model is designed to allow, through advanced Semantic Web technologies, augmented and virtual reality, the implementation, the contextual communication and real-time display of related data on the onsite behaviour, fault reports and specific queries. An operational prerequisite is the possibility of managing the OpenBIM models of each discipline (architecture, plants, energy, structures, construction site and maintenance) in a single Data

Sharing Environment (ACDat) or Common Data Environment (CDE) (Lauria and Azzalin, 2019).

Although studies conducted so far have allowed the definition of some specific OpenBIM requirements for maintenance, systematic research and experimentation is still lacking to date. Therefore, the research opportunities carried out in this area, besides Research and Development actions performed within the spin-off, are remarkable, also with a view to refinement and implementation of the Maintenance Management Model through R&D. The research lines comprise the study of the integration of the BIM and COBie standards and the definition of a register of management activities based on the use of the methodology introduced by ISO 29481-1:2010 "Building information modelling - Information Delivery

Manual. Methodology and format". The methodology allows to map and describe the information processes throughout the life cycle, allowing to implement and extract the maintenance requirements in and from the BIM models, respectively (Kassem *et al.*, 2015). It finally configures the system not only as a repository, but also as a source of feedback information to be made available during the design phase (Volk *et al.*, 2014).

New information flows through Interoperability and Big Data Analytics

Both experiences presented confirm, even if from different perspectives, the centrality of the issues related to data management. Such data form the basis of the well known DIKW pyramid from which information is structured, and knowledge and awareness are built. In the light of digital transfor-

mation, the profound changes of traditional information flows are evident. Interoperability and Big Data Analytics represent the new challenges of research and standardisation for the construction sector and, in particular, for the maintenance sector, which has always found it challenging to obtain the reliable data required to plan and implement the most appropriate choices of intervention.

The experience conducted so far in the initial phase of construction of the spin-off proposal has shown how the association of BIM and IoT, one as an intelligent and questionable digital repository, the other as a set of methods and protocols for data transmission, despite the critical points highlighted, introduces innumerable technical, managerial and economic opportunities. The reengineering of processes, the integration of activities-functions,

REFERENCES

- Cattaneo, M. (2012), *Manutenzione, una speranza per il futuro del mondo*, Franco Angeli, Milano.
- Churchill, W. (1944), *Speech in the House of Commons*.
- Dorfles, G. (2008), *Horror Pleni. La (in)civiltà del rumore* Collana I Timoni, Castelvecchi, Roma.
- Floridi, L. (2019), *Infosfera: idee per capire il digitale*, Lectio Teatro Franco Parenti, Sala AcomeA, Milano.
- Kassem, M., Vukovic, V., Dawood, N. and Patacas, J., (2015), "BIM for Facilities Management: evaluating BIM standards in asset register creation and service life planning", *Electronic Journal of Information Technology in Construction*.
- Lauria, M. and Azzalin, M. (2019), "Progetto e manutenibilità nell'era di Industria 4.0", *Techne, Journal of Technology for Architecture and Environment*, n. 18, Firenze University Press.
- Molinari, C. (1989) *Manutenzione in edilizia. Nozioni, problemi, prospettive*, Franco Angeli, Milano.
- Morin, E. (1993), *Introduzione al pensiero complesso*, Sperling & Kupfer, Milano.
- Rovelli, C. (2017) *L'ordine del tempo*, Adelphi Edizioni, Milano.
- Volk, R., Stengel, J. and Schultmann, F. (2014), "Building Information Modeling (BIM) for existing buildings - Literature review and future needs", *Automation in Construction*, Vol. 38, pp. 109-127.
- World Economic Forum (2016), *Shaping the Future of Construction*.

the role of information systems based on network architectures and relational databases that make it easy for all operators to access data are, in fact, some of the cornerstones of new organisational strategies related to building management.

A new vision of Maintenance is promoted with this in mind. From a process designed to maintain what has been built from a technical-operational standpoint, Maintenance is now configured as a complex "soft infrastructure" by interpreting, through the explanation of some enabling factors, the ongoing transition towards Industry 4.0: interoperability, virtualisation, decentralisation, capability and people-machine interface.

Finally, an additional reflection imposes itself on a level that is no longer instrumental or process-related, but semantic. Expressions such as helpful

home and cognitive building, smart home and digital twin cannot be accepted by the sector exclusively in additional terms of home automation and Building Management System, just as the definition of digital twin cannot be confused with the captivating image of a technological building populated by voice assistants and sensor devices. There are necessary implications related to the behavioural dimension, monitoring, simulation of users' behaviours, for the purpose of their overall well-being.

Innovation is certainly stimulated by the development of technologies. However, man still plays a central role in change. This is also confirmed by the principles adopted by the 2016 World Economic Forum, in the document "Modelling the future of construction" (WEF, 2016), which is in line with the stand adopted by Cattaneo (Cattaneo,

2012). Outlining the developments of the maintenance approach up to our days, and this approach's potential role as a driving force for development, the document highlights this vision's core trait, which is increasingly human-centred.