

Massimiliano Lo Turco, Dipartimento di Architettura e Design, Politecnico di Torino, Italia  
Maurizio Marco Bocconcino, Dipartimento di Ingegneria Strutturale, Politecnico di Torino, Italia

massimiliano.loturco@polito.it  
maurizio.bocconcino@polito.it

**Abstract.** Le strategie poste in essere dalle Stazioni Appaltanti pubbliche e private stanno assumendo un sempre più ambizioso livello di prefigurazione della gestione attraverso cataloghi ordinati e relazionati di tutti gli elementi del progetto. Sistemi innovativi di archiviazione e avanzati strumenti digitali impongono pratiche di produzione che integrano le attività di tutti gli attori del processo edilizio. Attraverso l'analisi di alcune esperienze di ricerca e professionali condotte dagli Autori, il contributo propone un quadro di insieme di questo nuovo approccio olistico supportato da metodi e strumenti di potenziamento del contenuto informativo del progetto che riducono l'errore nelle stime dei tempi e dei costi e che aderiscono maggiormente ai requisiti prestazionali e funzionali previsti.

**Parole chiave:** project and data management, construction, maintenance, BIM, DBweb.

## Verso altre dimensioni del progetto (Massimiliano Lo Turco, Maurizio Marco Bocconcino)

L'approntamento dei sistemi informativi di supporto al processo edilizio si basa sempre più sulla creazione di una piattaforma informatica che consenta di creare una libreria integrata di oggetti, definiti semanticamente in funzione dei diversi livelli di approfondimento. Il sistema informativo che sostiene le attività di progettazione è definito oggi, nel suo livello più alto di integrazione e automazione, Building Information Modeling (BIM).

L'orientamento al BIM dei processi comporta non poche ricadute sul patrimonio infografico del progetto, in quanto il rapporto tra l'accuratezza del disegno e l'esautività dell'informazione che essa produce non è più soltanto legato alla scala di restituzione (Bocconcino, 2016), bensì alla modalità con cui l'elemento stesso viene descritto, anche non graficamente, attraverso gradi di progressione nella definizione delle parti dell'opera (Lo Turco, 2015).

Un proficuo scambio di informazioni tra i diversi attori che partecipano al processo edilizio è attuabile solo nel caso in cui siano

soddisfatti i seguenti requisiti:

- a) il progetto è rappresentato nel modo adeguato in funzione della fase progettuale;
- b) il livello di attendibilità e le finalità di utilizzo sono univocamente definite.

Per rispondere al primo requisito è stato sviluppato il concetto di *Minimum Modeling Requirement*, per definire il livello di approfondimento che il modello e le sue varie parti dovrebbero possedere nelle diverse fasi di progetto; per rispondere al secondo attributo sono stati sviluppati protocolli di *BIM Information Exchanges*, ove viene esplicitato il concetto di *LoD* (dai termini *Level of Development*), riferito alla definizione e alla attendibilità informativa presente in un modello BIM. Proprio per definire lo stato di affidabilità che dovranno avere i *LoD* nelle varie fasi progettuali, le compagini di lavoro sono chiamate a elaborare standard e procedure di riferimento; uno degli strumenti di supporto rintracciabili in letteratura è la *Model Element Table*, visualizzazione sintetica degli elementi progettuali, del grado di definizione corrispondente a ogni *LoD* e dei corrispondenti aspetti informativi e grafici.

A partire da questi indicatori di riferimento nella fase più propriamente progettuale, il sistema informativo edilizio acquisisce infine ulteriori dimensioni, quella del cantiere e quella della manutenzione, attraverso la predisposizione di strumenti *ad hoc* che sfruttino la costante e sempre più consistente connessione alla rete digitale.

## Exactitude, multiplicity and integration in Information Modelling & Management

**Abstract.** The strategies implemented by public and private contracting authorities require a more and more demanding level of management obtained through an ordered and related catalogs of all elements of the design process. Innovative data storage systems and advanced digital tools require specific production practices that are able to integrate the activities of all the actors involved in a building process. Through an analysis of some research and professional experiences, led by the authors, the present contribution offers an overall frame for this new holistic approach, which is supported by methods and tools that strengthen the information content of the design, reduce the errors in the evaluation of time and costs and adhere more to the performance and functional requirements.

**Keywords:** project and data management, construction, maintenance, BIM, DBweb.

## Towards other dimensions of the project

The preparation of information systems to support the building process is increasingly based on the creation of an IT platform that allows an integrated library of objects, semantically defined according to varying levels of detail, to be created. The knowledge system that supports the design is nowadays defined, at its highest level of integration and automation, as Building Information Modeling (BIM).

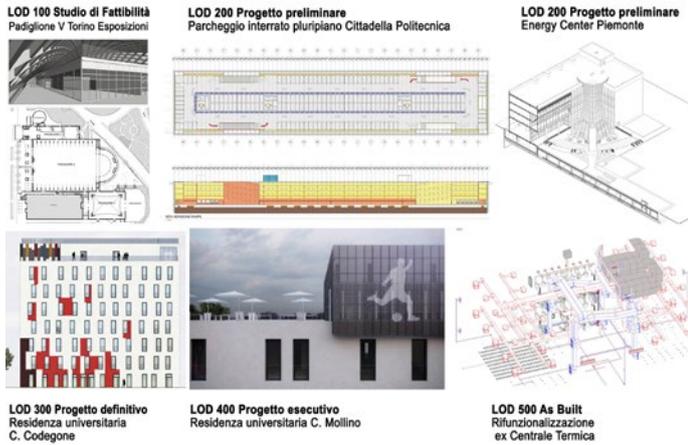
The BIM process has many repercussions on the infographic components of a project, because the relationship between the accuracy of the design and completeness of information that it produces is not only linked to the representation scale (Lo Turco, 2016), but also to the mode in which the same element is described, not just graphically, through degrees of progression in

the definition of the parts of the design (Bocconcino, 2015).

A fruitful exchange of information between the different actors involved in the building process is only feasible if the following requirements are satisfied:

- a) the project is represented in an appropriate manner, according to the design phase;
- b) the level of confidence and the purpose of use are univocally defined.

The concept of *Minimum Modeling Requirement* was developed to meet the first requirement, that is, to define the level of detail that the model and its various objects should have during the different phases of a project; BIM Information Exchange protocols have been developed to satisfy the second attribute, in which the concept of *LoD* (Level of Development) is explained: this refers to the definition and to the rela-



01 | Alcuni dei progetti svolti in ambiente BIM dall'Area Edilog, congruenti ai diversi Level of Development.

*Some of the projects carried out in the BIM Edilog environment, congruent with the various Levels of Development.*

## A tanti mondi, tante dimensioni (Massimiliano Lo Turco)

dendo, dal punto di vista epistemologico, gli aspetti legati alle differenze ontologiche che intercorrono tra le diverse parti del Mondo. Il Mondo Uno rappresenta le cose materiali, gli oggetti del nostro mondo, le cose fisiche. Il Mondo Due è il mondo dell'esperienza soggettiva, il mondo delle emozioni, della volontà, dei desideri, dei sogni, dei pensieri, di ogni sentimento (Popper, 1981).

C'è poi il Mondo Tre, il prodotto del pensiero dell'uomo, il linguaggio che va oltre ai segni, tra cui si può annoverare il linguaggio grafico e dell'architettura, a cui bisogna tentare di ascrivere uno statuto di oggettività "pari a quello delle sedie e dei tavoli". Oltre al mondo degli oggetti fisici e a quello delle esperienze soggettive, esiste un quindi "terzo mondo" costituito dalle elaborazioni linguistiche, collocato fra i mondi del pensiero (teo-

ability of a BIM model. In order to define the level of reliability that an LoD will have in the various project phases, work teams are required to develop reference standards and procedures; one of the tools that supports this definition is easily found in the literature in the *Model Element Table*, which is a synthetic visualization of the design elements, of the degree of definition of each LoD and of the corresponding informational and graphical aspects. Finally, from these reference indicators, adopted in the most appropriate planning phase, the building information system can acquire additional dimensions of the construction site and of programming and maintenance, through the provision of ad hoc tools that take advantage of the constant and ever-increasing access to digital networks.

**So many worlds, so many dimensions**  
In "The theory of the three worlds", the philosopher Karl Popper expressed the basic ideas of his theory on going into knowledge in more depth, from the epistemological point of view, that is, the aspects linked to the ontological differences between different parts of the World. World One represents the material things, the objects of our world, that is, physical issues. World Two is the subjective experience of the world, the world of emotions, will, desires, dreams, thoughts and all feelings (Popper, 1981). Then there is World Three, that is, the product of human thought, language that goes beyond signs, among which mention can be made of graphic language and architecture, to which we must groped to ascribe a statute of objectivity "the same as that of chairs and tables". In addition to the world of



02 | Diagramma delle relazioni tra i Tre Mondi di Karl Popper, adattato al settore delle costruzioni.

*Diagram of the relationship between Karl Popper's three worlds, adapted to the construction industry.*

ria) e quello della realtà (prassi), con funzione di raccordo fra i medesimi. In base a questa teoria, tutti i linguaggi, ivi includendovi quelli grafo-matematici, appartengono a una "terra di mezzo". In particolare, nei più recenti approcci di tipo BIM si ha la possibilità di coagulare informazioni e parametri intorno a ossature configurative di carattere geometrico, rappresentative di spazi architettonici realizzati o prefigurati, e soprattutto nella possibilità di manipolare quella messe di dati mediante interfacce grafiche (Cocchiarella, 2016). In quanto piattaforma grafica a molte dimensioni, il BIM è dunque naturalmente rilevante per i diversi ambiti disciplinari, dalla rappresentazione e gestione dati, alla composizione, alla tecnologia, all'estimo. In tale senso, le diverse dimensioni dello spazio digitale, di seguito richiamate, possono anche trovare ulteriori estensioni, intese come dimensioni del pensiero, della conoscenza, della prassi professionale e della formazione.

physical objects and that of subjective experience, here is a "third world" constituted by language processing, which falls between the worlds of thought (theory) and reality (practice), and which plays a connecting role between the two. According to this theory, all languages, including the graph-mathematical one, belong to a "middle earth". In particular, in the most recent BIM type approaches, there is the possibility of bind information and parameters around configurative frames of a geometrical nature, which are representative of created or prefigured architectural spaces. And above all the possibility of manipulating the masses of data using graphical interfaces (Cocchiarella, 2016). As a graphics platform that works in many dimensions, BIM is therefore naturally relevant for different disciplines, ranging from representation and data management, composi-

tion, technology and estimation. In this sense, the different dimensions of the digital space, cited hereafter, assume dimensions of thought, knowledge, professional practice and training.

### State of the art: from international guidelines to UNI 11337

The systemic and relational nature of the interdisciplinary approach that underlies BIM practice requires the examination of collaborative and communicative languages (Santagati, 2017), while simultaneously investigating the current levels of diffusion. More generally, anything that helps results in the construction field, driven by reason, advances in techniques, and especially communicable to be achieved, can be attributed to new approaches of an operational / methodological character. In recent years, the dizzying complexification of each aspect of a building, from the over-

**Stato dell'arte: dalle direttive internazionali alla norma UNI 11337 (Massimiliano Lo Turco)**

La natura sistemica e relazionale di un approccio di tipo interdisciplinare sotteso alle pratiche BIM impone di esaminarne i linguaggi collaborativi e comunicativi (Santagati, 2017), indagandone contestualmente gli attuali livelli di diffusione. In linea più generale, tutto ciò che aiuta a conseguire, nel campo delle costruzioni, risultati guidati dalla ragione, avanzati nella tecnica, premiati dall'efficacia, oggettivizzati nel linguaggio e soprattutto comunicabili può essere ricondotto ai nuovi approcci di carattere operativo/metodologico. Negli ultimi anni la vertiginosa complessificazione di ogni aspetto dell'edificare, dall'insieme al dettaglio e dal concepirlo al gestirlo, nonché al conservarlo ma anche al disfarsene, non è più gestibile senza il dominio perfetto di ogni momento del suo divenire (De Rubertis, 2016); contestualmente, l'industria delle costruzioni sta attraversando un periodo di forti mutamenti in un rinnovamento di saperi, prassi e tecnologie, attraverso un'implementazione diffusa delle tecnologie *Information based*.

L'azione normativa di livello europeo, in fase di recepimento nel nostro sistema legislativo, sostanzia quanto asserito, avendo già da tempo riconosciuto la centralità degli approcci *BIM* *substantiated* quali strumenti di organizzazione e implementazione dell'intero apparato infografico, estendendone gli orizzonti operativi e spostando l'attenzione su processi di tipo collaborativo (*Collaborative Procurements*) per i diversi attori del settore delle costruzioni, anticipando scelte e responsabilità sia dei progettisti, sia delle imprese esecutrici (Eastman, 2011).

La disponibilità di una struttura normativa italiana organicamente concepita, confrontabile in ambito continentale solo alle

all building to the details, and from its conception to its management, and its preservation, but also to its discarding, is no longer manageable without the perfect control of each moment of its development (De Rubertis, 2016); at the same time, the construction industry is going through a period of remarkable changes which involves a renewal of knowledge, practices and technologies, through the widespread deployment of Information based technologies.

The European-level regulatory actions that are being implemented in our legal system, having long recognized the centrality of *BIM* approaches as organizing tools and implementation of the entire computer graphics system; it extends the operational horizons and moves attention to collaboration processes (*Collaborative Procurements*) for the different actors in the construction sector, anticipating choices and respon-

sibilities of both designers and contracting companies (Eastman, 2011).

The availability of an organically conceived Italian regulatory structure, which at a continental level, is only comparable with that of the British Standards (BS and PAS), could allow the Italian representatives to participate in the drawing up of international normative tables (CEN and ISO) with their own proposals, which would be more appropriate for the characteristics of the Italian system, and would avoid the necessity of having to passively incorporate standards developed by other leading nations, according to specific times that are rather different from the professional habits in Italy<sup>1</sup>. First, let us consider the new Code for Public Contracts which, transposing the European Directive, introduces the concept underlying *BIM* approaches for the first time in Italian legislation.

norme britanniche (BS e PAS), può consentire ai rappresentanti italiani di presentarsi sui tavoli normativi internazionali (CEN e ISO) con proprie proposte adeguate alle caratteristiche del sistema Italia, senza necessariamente dover recepire passivamente standard elaborati da altre nazioni veicolanti, secondo specificità talora distanti dalle nostre consuetudini<sup>1</sup>.

Si pensi, anzitutto, al nuovo Codice Appalti che, recependo la Direttiva Europea, introduce per la prima volta in un testo normativo italiano i concetti sottesi ad approcci di tipo BIM, seppure in forma non cogente, per gli interventi il cui importo lavori risulti superiore alle soglie comunitarie.

Il Decreto Legislativo n. 50/2016<sup>2</sup> introduce inoltre il tema della digitalizzazione del settore delle costruzioni; in particolar modo, con il comma 13 dell'art. 23 (*Livelli della progettazione per gli appalti, per le concessioni di lavori nonché per i servizi*) il tema della gestione digitale dei processi informativi delle costruzioni entra ufficialmente nel testo del nuovo Codice degli Appalti.

Nel corso del mese di luglio 2016 l'UNI (Ente Italiano di Normazione) ha ultimato la stesura finale di alcune parti che compongono la prima norma sulla gestione digitale dei processi informativi delle costruzioni. Il lavoro svolto da UNI/CT 033/GL 05<sup>3</sup> ha avuto inizio circa due anni fa, con l'ambizioso obiettivo di fornire le prime linee guida italiane per il settore delle costruzioni sul tema del BIM.

La nuova norma, che assumerà la denominazione "*UNI 11337 Edilizia e opere di ingegneria civile – Gestione digitale dei processi informativi delle costruzioni*", costituisce una profonda revisione e ristrutturazione di una preesistente norma<sup>4</sup>. Proprio in questi giorni (dicembre 2016) si sta concludendo la fase di inchiesta pubblica, utile a raccogliere osservazioni prima di esprimersi

Legislative Decree no. 50/2016<sup>2</sup> also introduces the theme of the digitization of the construction industry. In fact, with Article 23, paragraph 13, (*Levels of planning for contracts, for work concessions and for services*), the issue of the digital management of building information processes is mentioned officially in the text on the new Code for Public Contracts.

During the month of July 2016, UNI (the Italian Standardization Organization) completed the final draft of the parts that make up the first regulation on the digital management of construction information processes. The work done by UNI / CT 033 / WG 05<sup>3</sup> began about two years ago, with the ambitious goal of providing the first Italian guidelines for the construction industry on the subject of BIM.

The new standard, which will be renamed "*UNI 11337 Construction and*

civil engineering works - Digital management of information processes of construction", is a major overhaul and renovation of an already existing standard<sup>4</sup>. The public inquiry phase, which was useful to gather comments prior to speaking about the final approval of the rules ended in December 2016. The publication of the first parts of standard 11337 can probably be expected for the middle of 2017.

**The multidimensional nature of BIM**  
As previously mentioned, from the epistemological point of view (and beyond), the BIM model can be enhanced with a range of skills that ideally implement a number of dimensions (defined as specialized contributions integrated to each other) that virtually characterize it. In literature, the fourth dimension allows a control to be operated on the temporal variables of a

circa l'approvazione definitiva delle norme: verosimilmente per l'inizio del 2017 potremo ragionevolmente attenderci la pubblicazione delle prime parti della norma 11337.

### **La natura multidimensionale del BIM (Massimiliano Lo Turco)**

Come detto, dal punto di vista epistemologico (e non solo) il modello BIM può essere arricchito di una pluralità di competenze che implementano idealmente il numero delle dimensioni (intesi quali apporti specialistici tra loro integrati) che lo caratterizzano virtualmente. In letteratura, la quarta dimensione consente di operare un controllo sulle variabili temporali secondo una duplice chiave interpretativa: la prima, di più immediata comprensione, consente di produrre elaborazioni di tipo dinamico, (animazioni precostituite o vere e proprie navigazioni in *real time*); la seconda si riferisce a una gestione delle diverse fasi temporali che interessano la costruzione o la trasformazione del manufatto (Ciribini, 2013). La quinta dimensione si riferisce invece all'allestimento di relazioni dirette e bidirezionali tra elaborazioni grafiche e valutazioni di carattere estimativo. La natura relazionale delle diverse informazioni consente di relazionare in maniera biunivoca le voci di costo ai diversi sistemi assemblati *-real-time cost estimating-* (Argiolas, 2015). Sulla base del medesimo principio, trattandosi di variabili numericamente quantificabili, si può definire una sesta dimensione, riferibile all'intero vita dell'edificio nelle due accezioni *life-cycle cost* (costo del ciclo di vita) e *whole-life cost* (costo relativo all'intera durata dell'edificio)<sup>5</sup>, in grado di relazionarsi dinamicamente ai temi della sostenibilità (*Building Energy Modeling*). E ancora un BIM 7D, che include la conduzione dei lavori, la supervisione e il

dual interpretive key: the first, which is somewhat easier to understand, allows dynamic processing (pre-built animations or proper real-time navigation) to be made; the second refers to a management of different temporal stages in the building or conversion of a building (Ciribini, 2013). The fifth dimension instead refers to the preparation of a direct and bidirectional relationship between graphic design and estimated assessments. Relational nature of the different information allows real-time cost estimating to be reported cost items to different assembled systems (Argiolas, 2015). On the basis of the same principle, a sixth dimension can be defined, referring to the entire life of the building in the two different meanings, *life-cycle cost* and *whole-life cost* (cost related to the entire lifetime of the building)<sup>5</sup>; this sixth dimension can be dynamically related to sustainability is-

ues (*Building Energy Modeling*). Moreover, there is also a BIM 7D, which includes work management, supervision and coordination on the construction site, where the dichotomy between the conceptual phase and the production one seems to be overcome, and the infographic dimension is no longer confined exclusively to the area of design. Finally, there is the Facility Management dimension (the eighth), which is the result of successive revisions of the graph-numerical database, that is, of the reuse of the work, reutilization or final disposal. Some national and international research projects conducted by a group of researchers from the Politecnico di Torino, related to the issues described above, are analyzed hereafter, where the transfer *from the system of academic knowledge to the system of design and construction sector* has been a discrimi-

coordinamento in cantiere, ove la dicotomia tra la fase ideativa e quella produttiva pare essere superata, e la dimensione infografica non è più relegata al solo ambito della progettazione.

E poi c'è il *Facility Management*, esito di successive rielaborazioni del database grafo-numerico, quindi il riuso dell'opera, la rifunzionalizzazione o la definitiva dismissione.

Si analizzano di seguito alcuni progetti di ricerca nazionali e internazionali condotti da un gruppo di ricercatori del Politecnico di Torino relativi ai temi sopra descritti, ove il trasferimento *dal sistema delle conoscenze di livello accademico al sistema delle competenze del comparto progettuale ed edilizio* ha costituito elemento discriminante per l'attivazione di efficaci flussi di dati e informazioni, corretti e trasparenti, supportati e indirizzati dal linguaggio grafico conformato agli standard, alle norme tecniche di riferimento, alle migliori pratiche. La seguente parte avvalora assunti, con contributi di originalità che sono stati spesi tanto in fase di ricerca quanto in fase operativa.

### **Il progetto INNOVance: dalla codifica univoca alla rappresentazione infografica di prodotti, oggetti e processi (Massimiliano Lo Turco)**

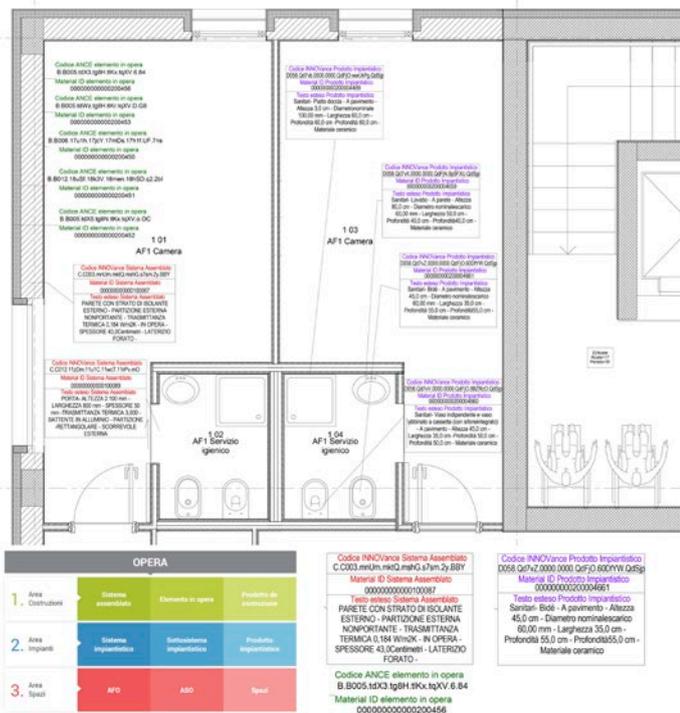
Dalla disamina delle normative, linee guida e *best practice* internazionali emerge un quadro variegato rispetto ai criteri da adottare, in riferimento sia alla rappresentazione grafica sia al patrimonio informativo associato ai componenti modellizzati. In attesa del recepimento normativo è opportuno ricordare che alcuni interessanti progetti di ricerca si sono occupati di queste tematiche, nonostante la realtà italiana non sia affatto all'avanguardia circa l'utilizzazione di metodologie BIM, ancor meno sull'adozione di standard. Uno tra i

nating element for the activation of effective, consistent and transparent data and information flows, supported and directed by the graphic language that conforms to the standards, technical references and best practices.

### **The INNOVANCE project: from the unique coding to the infographic representation of products, objects and processes**

From a precise examination of regulations, guidelines and international best practices, a mixed picture emerges, with respect to the criteria that should be adopted, with reference to both the graphical representation and to information assets associated with the modeled components. Pending the legislative transposition, it is worth recalling that some interesting research projects have dealt with these issues, although Italy is not at the forefront as

far as the use of BIM methodologies is concerned, and is even less so as far as the adoption of standards is concerned. One of the most interesting experiences is the INNOVANCE research project, which was funded by the Ministry of Economic Development regarding the "Energy Efficiency" announcement inside the Industria 2015 competition. The primary objective of the project was the creation of the first national database to contain all the technical, scientific and economic information considered useful for the construction industry, in which the integration of all stakeholders in the construction process was fostered to eliminate misunderstandings that create inefficiencies. The INNOVANCE project involved sixteen partners (academics, businesses, trade associations, technical partners) with the aim of creating:  
– A single code of products, services,



03 | Attribuzione dei codici INNOVance a sistemi assemblati, elementi in opera e prodotti impiantistici. Caso studio: residenza Cesare Codegone.

Attribution to the assembled systems INNOVANCE codes, elements in place and plant products. Case study: the Cesare Codegone residence.

- una scheda tecnica standardizzata per relazionare i diversi attori del processo edilizio;
- un portale web che consenta agli utenti di usufruire delle informazioni codificate in ogni fase della produzione edilizia.

In un sistema complesso, caratterizzato da una relazione biunivoca e indissolubile tra rappresentazione infografica e base di dati, diventa essenziale l'allestimento di una piattaforma informatica snella e integrata con il corpus della banca dei sistemi BIM per migliorare la comunicazione tra progettista, impresa, direzione lavori e direzioni operative (Mottola, 2009), nel verso di una maggiore conoscenza e consapevolezza, in termini qualitativi e in termini quantitativi, da parte delle maestranze coinvolte nei processi di costruzione, perseguendo l'obiettivo di rendere univoca l'identificazione di ogni prodotto, attività o attività funzionale<sup>6</sup>.

### I progetti europei: DIMMER e Cluster EEB (Massimiliano Lo Turco)

Il Progetto DIMMER (*District Information Modeling and Management for Energy Reduction* - 2013/2016) si riferisce a una

sapiente gestione dell'ICT (*Information and Communications Technology*) mediante l'uso di sensori in grado di controllare in modo efficiente l'intera catena dell'energia (*Smart Thermal/Electricity Grid*).

Per esplorare le potenzialità di queste tecnologie, il progetto si concentra in prima istanza sugli aspetti di modellazione, perseguendo una efficace integrazione di modelli informativi a scala architettonica con una loro estensione a livello distrettuale (DIM). Vista l'estrema eterogeneità dei dati registrati, è stato necessario lavorare sugli strumenti di *middleware*, mediante lo

più interessanti è sicuramente il progetto di ricerca INNOVance, finanziato dal Ministero dello Sviluppo Economico relativo al Bando "Efficienza Energetica" di Industria 2015. Il progetto aveva come obiettivo primo la creazione della prima banca dati nazionale contenente tutte le informazioni tecniche, scientifiche, economiche utili alla filiera delle costruzioni, favorendo l'integrazione di tutti i soggetti del processo costruttivo per eliminare le incomprensioni che generano inefficienze.

Il progetto INNOVance ha coinvolto sedici partner (accademici, imprese, associazioni di categoria, partner tecnici), proponendo di creare:

- un codice univoco per prodotti, servizi, attività e risorse impiegate;

activities and used resources;

- A standardized data sheet to relate the different actors involved in the building process to each other;
- A web portal that would allow the users to take advantage of the information encoded in each building production phase.

In a complex system, characterized by a two-way and indissoluble relationship between infographic representation and database, the preparation of a streamlined information technology platform, integrated with the body of the BIM systems, becomes essential to improve communication between the designer, business, work direction and operational direction (Mottola, 2009), in order to create greater knowledge and awareness, in qualitative and in quantitative terms, in the professionals involved in the construction process, while pursuing the goal of making each

product, activity or functional activity uniquely identifiable<sup>6</sup>.

### The European projects: DIMMER and Cluster EEB

The DIMMER (*District Information Modeling and Management for Energy Reduction* - 2013/2016) project pertains to a wise management of ICT (*Information and Communication Technology*) through the use of sensors that are able to efficiently control the entire energy chain (*Smart Thermal / Electricity Grid*).

In order to explore the potential of these technologies, the project first focused on modeling aspects, while pursuing an effective integration of information models at an architectural scale and then extending them to the district level (DIM). Given the extreme heterogeneity of the recorded data, it was necessary to work with *middleware* tools,

developing applications that could act as go-between structures and programs, and allowing them to communicate, in spite of the diversity of their protocols and/or operating systems, while pursuing goals of maximum interoperability (Patti, 2015). In the specific case, it was necessary to integrate BIM models, a *System of Information Model* (SIM) and a Geographical Information System (GIS).

The final step involved displaying information related to energy aspects in real time through the use of virtual and enhanced reality tools, which allow open access to personal devices in order to display information through *client* applications about the costs of monitoring analysis, tariff planning, the identification of faults, maintenance and the sharing of information related to energy via web interfaces.

University campuses, schools, as well

as public and private buildings, including contemporary era urban districts in Turin (IT) and Manchester (UK), were modeled to validate the system.

The obtained results revealed a consistent reduction in consumed energy and CO<sub>2</sub> production, thus favoring the promotion of more efficient energy distribution policies, as well as the planned use of the maintenance of the power distribution network, in which the energy demand is crossed with social behavior and the users' attitudes.

Similar issues were addressed in the EEB - Buildings in Zero Energy Consumption in Intelligent Urban Districts (2013-2015) research project, funded within the National Technology Cluster - Technologies for *Smart Communities* competition, in reference to the increase in energy efficiency of buildings and urban districts through the use of smart devices for the real-time moni-

04 | Dalla rappresentazione infografica in proiezioni ortogonali e assonometriche alla rappresentazione fotorealistica. Ristrutturazione dell'ex Albergo di Virtù in Piazza Carlina. Elaborazioni a cura dell'arch. A. Alberti per la società Cluster.

*From the infographic representation of the orthogonal and axonometric projections to the photorealistic representation. Renovation of the former Hotel of Virtue in Piazza Carlina. Processing by the architect A. Alberti for the Cluster Society.*

sviluppo di applicativi che fungessero da intermediari fra strutture e programmi informatici, permettendo loro di comunicare a dispetto della diversità dei protocolli o dei sistemi operativi, perseguendo obiettivi di massima interoperabilità (Patti, 2015). Nel caso specifico si è resa necessaria l'integrazione tra modelli BIM, il sistema di *Information Model* (SIM) e il sistema di informazione geografica (GIS).

Vi è infine la fase di visualizzazione delle informazioni relative agli aspetti energetici in tempo reale mediante l'uso di strumenti di realtà virtuale e aumentata, consentendo l'accesso aperto con dispositivi personali per la visualizzazione delle informazioni con applicazioni *client* circa il monitoraggio dei costi di analisi, la pianificazione tariffaria, l'identificazione guasti, la manutenzione e la condivisione delle informazioni legate all'energia attraverso interfacce web. Per la validazione del sistema sono stati modellizzati campus universitari, scuole, edifici pubblici e privati compresi in distretti urbani di epoca contemporanea di Torino (IT) e Manchester (UK).

I risultati ottenuti rivelano una consistente riduzione di energia consumata e di produzione di CO<sub>2</sub>, favorendo la promozione di più efficienti politiche di distribuzione di energia, nonché un utilizzo programmato per la manutenzione della rete di distribuzione dell'energia, incrociando la domanda di energia con i comportamenti sociali e gli atteggiamenti degli utenti.

Analoghe tematiche vengono affrontate nel progetto di ricerca EEB - *Edifici a Zero Consumo Energetico in Distretti Urbani Intelligenti* (2013-2015), finanziato all'interno del bando Cluster Tecnologici Nazionale - *Tecnologie per le Smart Communities*, in riferimento all'aumento dell'efficienza energetica degli edifici e

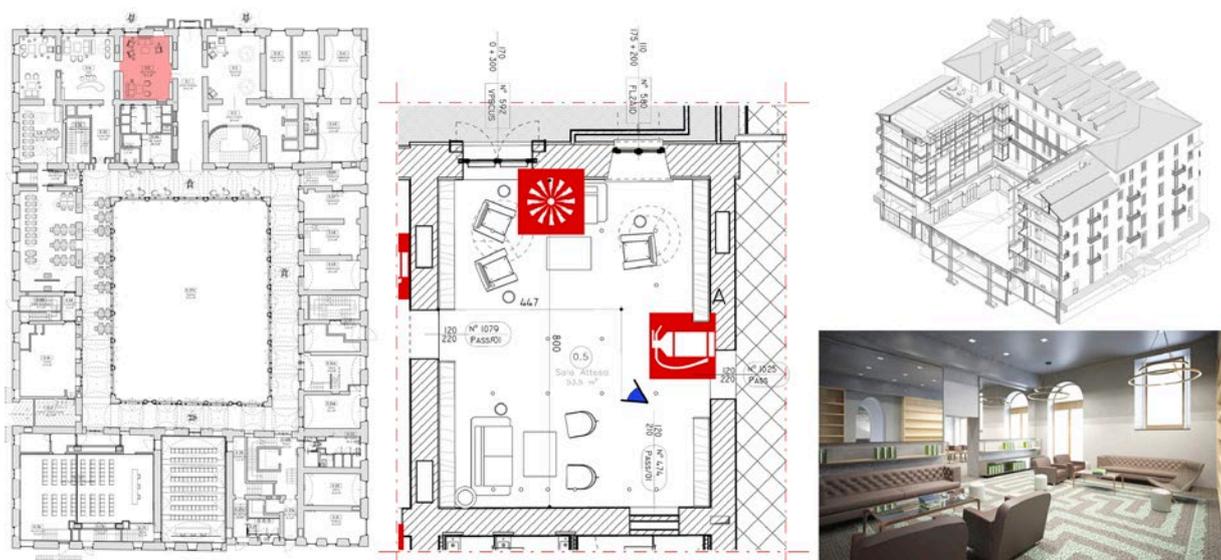
dei distretti urbani attraverso l'utilizzo di *smart device* per il monitoraggio in tempo reale di parametri ambientali e dei consumi e produzione di energia, con particolare attenzione agli edifici storici, attraverso la loro modellizzazione virtuale<sup>7</sup>.

Nonostante ci si riferisca ad ambiti di applicazione e scale di riferimento completamente diverse, in un passaggio dagli aspetti più progettuali a tematiche di sostenibilità considerate a scala urbana, restano validi i principi di integrazione tra le diverse piattaforme e discipline, perseguendo logiche di processo coordinato, spendibile nelle fasi realizzative e fondato sul principio che la base dati relazionale è interrogabile, manipolabile e implementabile, se usata in modo esperto e consapevole. I paragrafi che seguono illustrano procedure virtuose di coordinamento multidisciplinare tra i diversi attori che partecipano al processo edilizio, riconoscendo la centralità del Modello quale riferimento essenziale per la condivisione e lo scambio delle informazioni, superando ancora una volta la dimensione puramente progettuale. Verranno analizzati i principali workflow esito delle attività condotte in collaborazione con l'Area Edilizia e Logistica del Politecnico di Torino, ufficio preposto al coordinamento di tutte le operazioni di trasformazione, gestione e manutenzione del patrimonio edilizio dell'intero Ateneo.

### La dimensione grafico-documentale del cantiere (Maurizio Marco Bocconcino)

La gestione del progetto con tecnologie informatiche che insieme legano le sue componenti ideative e descrittive, coinvolge competenze, richiede strumenti

e prevede procedure diversificate e integrate in ogni momento del percorso realizzativo. La definizione progressiva delle parti



| 04

del progetto e della loro relazione impone un arricchimento della compagine di lavoro, fino a includere le maestranze di cantiere, quindi quelle che dovranno prendersi cura dell'efficienza di quanto realizzato. La costante apertura del progetto a parti professionali sempre più specializzate richiede un'infrastruttura di scambio dati molto flessibile e non solo confinata agli ambiti di elaborazione più specialistici; quando il "sistema" giunge in cantiere, il numero delle professionalità che dovrà manipolare il modello digitale è molto contenuto: chi opera nella costruzione ha di rado necessità di ridefinire relazioni o parti del modello geometrico (salvo varianti consistenti), deve piuttosto e con frequenza registrare e proporre note integrative a parti di esso che incidono sulla sua componente testuale e numerica.

Per integrare le registrazioni di cantiere in maniera agile e accessibile da tutti gli attori, occorre affiancare il paradigma a oggetti - che ha sostenuto la costruzione del modello di progetto - con aspetti concettuali propri dell'approccio relazionale per la gestione di dati eterogenei, numerosi e in costante aggiornamento.

Il caso studio che presentiamo si riferisce alla conduzione del cantiere per la realizzazione della residenza universitaria "Carlo Mollino" a Torino da parte del Politecnico<sup>8</sup>. Il progetto della residenza è stato interamente sostenuto dalle tecnologie BIM; in fase di cantiere la Stazione Appaltante ha optato per una integrazione *database&web oriented* al fine di collegare al modello, archiviare e rendere interrogabile l'intera documentazione prodotta nel corso delle fasi costruttive.

Ai fini di un primo schema descrittivo sull'integrazione operata nell'ambito di questo caso operativo, sono state individuate due aree di elaborazione e quattro ambienti di sviluppo, tra loro interoperabili.

toring of environmental parameters and the consumption and production of energy, with particular attention to historical buildings, through their virtual modeling<sup>7</sup>.

Although completely different application areas and reference scales were considered, in a passage from the pure design aspects of sustainability issues, to the urban scale, the principles of integration between different platforms and disciplines remained valid in order to pursue logics of coordinated process, useful in the implementation phases and based on the principle that a relational database is queried, manipulated and implementable.

The following sections illustrate the virtuous multidisciplinary coordination procedures of the different actors that participate in the/a building process. Moreover, the centrality of the Model is recognized as an essential reference

to share and exchange information, passing again to the purely design dimension. The main workflow result of the activities conducted in cooperation with the Construction and Logistics Area of the Politecnico di Torino, the office in charge of the coordination of all processing operations, management and maintenance of the entire building stock of the University, will be analyzed.

#### **Graphic-documentary dimension of the construction field**

Project management with information technologies that bind its ideational to its descriptive components involves skills, requires tools and provides different and integrated procedures for each moment of the realization process. The progressive definition of the project elements and their relationship requires an enrichment of the working

I due comparti di elaborazione sono stati definiti come "progetto e controllo lavori", il *back office*, e "luoghi del cantiere", *front office*: al *back office* competono le elaborazioni della reportistica per il controllo e l'indirizzamento delle attività di cantiere, anche intervenendo con diversi livelli di variante in corso d'opera; all'ambito di cantiere è delegata la lettura e la verifica dei dati di progetto (elaborati grafici, cronoprogramma lavori, computo metrico, schede tecniche materiali, componenti e lavorazioni) e la raccolta, in tempo reale, delle informazioni relative agli stati di avanzamento dei lavori, alle verbalizzazioni (notifiche, ordini, coordinamento) e alle relative quantificazioni operative e contabili. In relazione invece ai quattro ambienti di sviluppo ed elaborazione, differenti sono i pacchetti informatici che tra loro interoperano: modello di progetto BIM; database alfanumerico relazionale; strumenti per la computazione metrica e la programmazione temporale delle risorse e dei lavori; *dbweb service&application* di cantiere. L'esperienza condotta ha fatto uso di specifici strumenti, scelti per la loro diffusione in ambito professionale. La generalizzazione del modello conoscitivo per il cantiere (di tipo informatico) secondo regole di aggregazione e associazione di dati di tipo geometrico, testuale e numerico - necessaria per condurre il progetto verso la sua esecuzione materiale - si riflette in una apparente semplificazione grafica che è però ancora densa di informazioni, tutte e solo quelle che occorrono al controllo operativo e gestionale.

L'integrazione della tecnologia di modellazione parametrica con quella dei database relazionali amplifica le possibilità di elaborazione nell'ambiente geometrico (con ricadute evidenti sulle sue molteplici rappresentazioni di tipo geometrico e alfanumerico). L'intera documentazione prodotta dalle diverse figure operative

team, in which construction workers and those in charge of the efficiency of what has been achieved are included. The constant opening of the project to more and more specialized professional parties requires a very flexible data exchange infrastructure, that is not confined just to the more specialized processing areas; when the "system" arrives at the construction site, the number of professionals who will/can manipulate the digital model is very low: those who work on construction rarely need to redefine reports or parts of the geometric model; they just need to frequently adjust and propose accompanying notes to the parts of the parametric model which/that affect its textual and numerical components. In order to complement the worksite records in an agile and accessible way for all the stakeholders, the object oriented paradigm - which supported the

construction of the project template - should be combined with conceptual aspects of relational approach to the management of heterogeneous, numerous and constantly updated data.

The here presented case study refers to the management of the construction of the "Carlo Mollino" university residence in Turin under the responsibility of the Politecnico di Torino<sup>8</sup>. The residence project was fully supported through the use of BIM technologies; during construction, the Contracting Authority opted for a *database & web oriented* integration in order to connect the entire documentation produced during the construction phases to the model, store it and make it available for queries.

Two processing areas and four development environments, that are interoperable with each other, were identified in order to present a first integrated

The Carlo Mollino University Residence in Turin: *social construction web-site* linked to the BIM model (archiving and management of graphs and documents regarding the implementation phases).

(Responsabile Unico del Procedimento, Direttore dei Lavori e Direttori Operativi, Coordinatore per la Sicurezza in fase Esecutiva, Imprese) è stata organizzata in un database web interrogabile e consultabile attraverso l'allestimento di maschere di facile lettura e impiego.

Il *social di cantiere* così allestito ha consentito uno scambio costante, in tempo reale, di documenti e informazioni. Il sistema di gestione documentale, fruibile grazie ad apposito spazio web (sito internet ad accesso riservato), è stato distribuito e reso pienamente accessibile da qualsiasi periferica connessa a internet tramite protocollo di trasmissione protetto. È stata inoltre predisposta una sezione dedicata alla raccolta fotografica degli avanzamenti di cantiere con possibilità di ricerca per autore, struttura analitica di progetto (WBS), data, parole chiave. Questa raccolta per immagini ha costituito costante riferimento e utile strumento anche per le verifiche sul costruito, in particolare relativamente agli elementi impiantistici.

### La dimensione grafico-numerica della programmazione e della manutenzione (Maurizio Marco Bocconcino)

Il paradigma a oggetti alla base della modellazione geometrica parametrizzata è complementare agli strumenti che le attività di programmazione e manutenzione utilizzano per rendere efficiente l'impiego economico e sostenibile delle risorse. Agli obiettivi, comunemente individuati in letteratura di fruibilità, conservazione e incremento del valore dei "sistemi" nel tempo, si affiancano esigenze di ingegnerizzazione del processo manutentivo (Furlanetto, 2007).

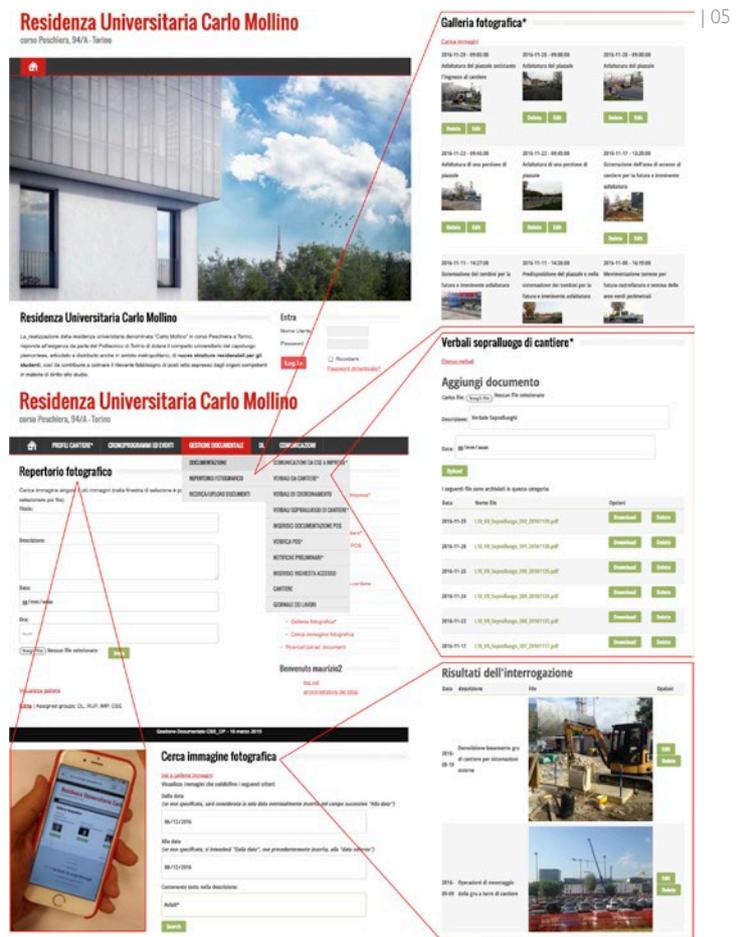
Come detto, nell'ambito delle opere pubbliche di carattere edi-

descriptive diagram pertaining to this case study.

The two processing segments that were defined are: "the project and control of the works", *back office*, and *front office*: the back office is responsible for processing the reports, monitoring and addressing the construction activities, and intervening at different levels during the construction; the scope of the workers on the construction site is the reading and verification of the design data (drawings, time schedule works, bill of quantities, material data sheets, components and processes) and the collection, in real time, of information related to the progress of the overall work, according to a breakdown of the work structures, the minutes or records (notifications, orders, coordination) and its operational and financial estimations. As far as the four development and elaboration environments are con-

cerned, the computer packages that interoperate with each other are different: a BIM design model; a relational alphanumeric database; tools for the metric computation and scheduling of resources and jobs; a service and application construction dbweb.

The experiment that was carried out made use of specific tools, which were chosen on the basis of their possible dissemination in a professional environment. The generalization of the cognitive model for the construction site (of a computer type), according to aggregation and association rules of textual and numeric geometrical data - which is necessary to lead the project towards its execution - is reflected in an apparent graphic simplification which is full of information, that is, all and only the information that is needed for the operational control and management of the project.



lizio del territorio nazionale italiano - ma le stesse osservazioni possono essere esplicitate per gli interventi relativi alle infrastrutture a rete e puntuali - sta ormai entrando nella prassi comune la predisposizione di modelli di progetto provenienti da processisistemi basati sulle tecnologie BIM; questa considerazione portata con sé diverse favorevoli ricadute sugli aspetti di gestione dei

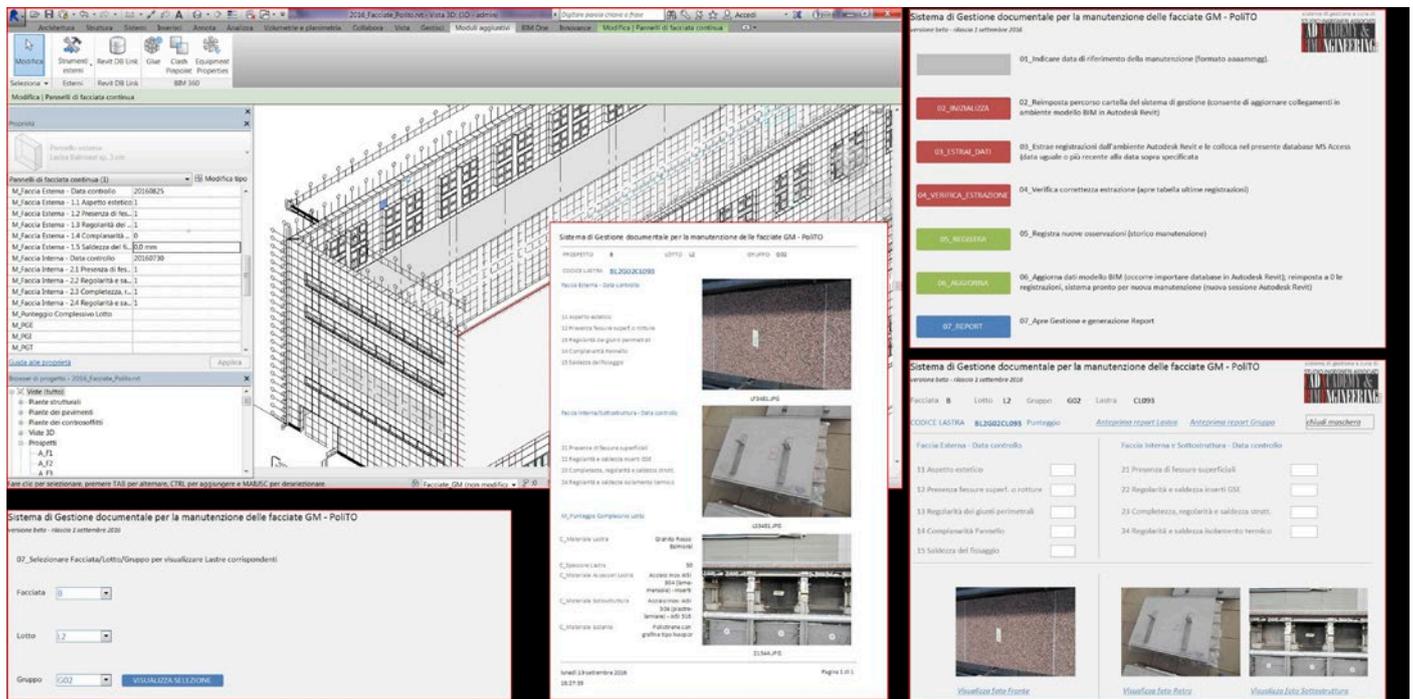
The integration of parametric modeling technologies with those of the management systems of the relational database increases the possibilities of the geometric computing environment (with obvious repercussions on its various geometric and alphanumeric representations).

The entire documentation produced by the different figures that were involved (the person in charge of the project, the project manager, the head of operations, the safety coordinator/manager, etc) was organized in a Web database that could be queried and searched by setting up easy to read and use forms. The *social of construction site* enabled a constant exchange of documents and information in real time. The document management system, which was accessible through a special web area (web site with restricted access), was distributed and made fully accessible

to any device connected to the internet via a secure transmission protocol. A section devoted to the photographic and iconographic collection of the construction works was also prepared with search capabilities according to the author, analytical project structure (WBS), date time or keywords. This collection of images was a constant reference and a useful tool for audits on existing buildings, especially as far as plant elements and *as built* evaluations are concerned.

### Graphic-numeric dimension of the programming and maintenance

The objects oriented paradigm that underlies the parameterized geometric modeling can be considered complementary to the tools that the programming and maintenance tasks used to make the economic and sustainable use of resources efficient. To the aims,



06 | Sistema di manutenzione facciate edificio Cittadella Politecnica, integrazione BIM/DBMS (modello, interfaccia, report).

*Maintenance system of the façade of the Politecnico di Torino campus; BIM/DBMS integration (model, interfaces, reports).*

manufatti: anzitutto è possibile legare insieme il complesso apparato di procedure e regole prefissate dai piani di manutenzione e programmazione agli elementi singoli del modello-edificio, così consentendo registrazioni spazialmente riferite e report tecnici coerenti con i dati registrati in fase di controllo e intervento. In secondo luogo, le registrazioni possono essere impiegate per produrre viste e rappresentazioni tematiche dello stato di controllo e salute del nostro manufatto, associando a queste il repertorio fotografico esplicativo, tutto opportunamente metadocumentato e quindi agilmente interrogabile.

L'affiancamento al modello geometrico parametrizzato di un database relazionale incontra la necessità di mantenere uno storico

frequently identified in the literature, of usability, storage and increase in the “value systems” over time, the engineering requirements of the maintenance process can also be added (Furlanetto, 2007).

As previously mentioned, in the context of building public works on the Italian territory - the same observations can be made explicit for interventions related to punctual and network infrastructures - the preparation of project templates from processes-systems based on BIM technology is now becoming common practice; this consideration leads to various favorable effects as far as the management aspects of artifacts are concerned: first the procedures and rules assumed by the complex maintenance plans and programming can be joined to the individual model-building elements, thus allowing spatially related records and techni-

cal reports that are consistent with the data recorded during the inspection to be prepared. Second, the input can be used to produce views and representations of the control and health status of a building, and a photographic repertoire, in which all the information is appropriately meta documented and easily searchable, can be added.

The advantage that a relational database offers to the parameterized geometric model satisfies the need of keeping a record of surveys, including those of a photographic type. A specific application of this “BIM model / relational database” collaboration was made for the case of the ventilated walls of a building of the Politecnico di Torino campus in Turin<sup>9</sup>. The Athenaeum, as the Contractor, had promoted a renovation intervention of the existing surface coating; the prepared system was designed to be easily implemented

delle rilevazioni, anche di tipo fotografico. Un'applicazione specifica di questo spazio di collaborazione “modello BIM/base di dati relazionale” è stata operata sul caso delle pareti ventilate di un edificio della Cittadella Politecnica<sup>9</sup>. L'Ateneo ha promosso l'intervento di rifunzionalizzazione del rivestimento esistente in qualità di Stazione Appaltante; il sistema predisposto è stato studiato per poter essere agevolmente implementato attraverso la predisposizione di uno strumento di immissione dati appositamente dedicato alla rilevazione di campo (applicazione web o immissione dei dati direttamente o su modello BIM, o su maschere db).

Il modello è il contenitore dei dati e lo strumento più diretto per accedere ai dati associati alla configurazione geometrica. Se è

by setting up a data input tool specifically dedicated to site inspections (web application, data entry directly, BIM model or db masks).

The BIM model acts as a data container, and is the most direct way of accessing the data associated with the geometric configuration. Although it is true that many more skills are able to operate on a simple tabular support, it is also desirable that a BIM model should not respond only to the needs of the graphic representation of the health status of a building, but should also become the visual support that can be used to order and immediately verify the input data.

#### First in progress considerations

The methodological and operational equipment shown in the paper are constantly being updated, thanks to digital mediation, and in this way objectives are focused more on large and dedi-

cated resources, with more and more rigor, on the production process, management and life of the artifacts, even after they have completed their original functions.

The operational development is also represented by the possibility of incorporating the geometric component in web applications, thus making the graphical interface for the data input more efficient; it is possible to achieve the same outcome through the direct application of bar codes or QR onto the elements, although this is not always possible in a generalized way for all consumable parts of a building.

The integration of different technologies (GIS, BIM, DBMS, webapp), which by their very nature are interoperable, is an element of strength as it can involve multiple actors in the construction sector, even from a building management perspective.

vero che molte più competenze sono in grado di poter operare su un supporto tabellare, è allo stesso modo auspicabile che il modello BIM non risponda esclusivamente a esigenze di rappresentazione grafica dello stato di salute dell'edificio, ma diventi anche il supporto visivo per l'immissione ordinata e subito verificabile dei dati rilevati.

**Prime considerazioni di sviluppo (Massimiliano Lo Turco, Maurizio Marco Bocconcino)**

Gli apparati metodologici e operativi illustrati, che la mediazione digitale sta costantemente aggiornando, indirizzano verso obiettivi sempre più ampi e dedichino risorse, con sempre maggiore rigore, al processo produttivo, gestionale e di vita dei manufatti, anche terminate le loro funzioni primigenie.

Lo sviluppo operativo è rappresentato dalla possibilità di incorporare anche la componente geometrica nelle applicazioni web, così rendendo più efficiente l'interfaccia grafica per l'inserimento dei dati; consentirebbe di raggiungere lo stesso esito sortito dall'applicazione di codici a barre o QR direttamente sugli elementi, non sempre applicabile in maniera generalizzata a tutte le parti usabili dell'edificio.

L'integrazione delle diverse tecnologie (GIS, BIM, DBMS, webApp), 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. È rilevante sottolineare come la ricerca presentata dovrebbe essere tradotta in termini di insegnamento e sperimentazione di formazione, individuando di conseguenza, le competenze, le abilità e le conoscenze necessarie per supportare le fasi di controllo

Gli apparati metodologici e operativi illustrati, che la mediazione digitale sta costantemente aggiornando, indirizzano verso obiettivi sempre più ampi e dedichino risorse, con sempre maggiore rigore, al processo produttivo, gestionale e di vita dei manufatti, anche terminate le loro funzioni primigenie.

Gli apparati metodologici e operativi illustrati, che la mediazione digitale sta costantemente aggiornando, indirizzano verso obiettivi sempre più ampi e dedichino risorse, con sempre maggiore rigore, al processo produttivo, gestionale e di vita dei manufatti, anche terminate le loro funzioni primigenie.

Gli apparati metodologici e operativi illustrati, che la mediazione digitale sta costantemente aggiornando, indirizzano verso obiettivi sempre più ampi e dedichino risorse, con sempre maggiore rigore, al processo produttivo, gestionale e di vita dei manufatti, anche terminate le loro funzioni primigenie.

Gli apparati metodologici e operativi illustrati, che la mediazione digitale sta costantemente aggiornando, indirizzano verso obiettivi sempre più ampi e dedichino risorse, con sempre maggiore rigore, al processo produttivo, gestionale e di vita dei manufatti, anche terminate le loro funzioni primigenie.

It is relevant to underline how the presented research should be translated in terms of teaching and training experimentation, consequently identifying the competences, abilities and skills that are required to support the control and guidance phases in the creation of a new artifact. It is also important to mention how the individuals in charge of these activities could interact and integrate the technologies that have been sustained. The structure of the proposal flows, in fact, envisages the use of "proven" and widely used technologies, but which are not often integrated with each other. This is the innovative aspect of the proposed methodology for the construction and management simulations: rewriting a part of the BIM model, even in the absence of proper BIM type instruments (i.e. intervening on the alphanumeric component of the project), and virtual sharing areas

(on site, in the main offices, etc.) opens building processes to the professionals who are normally involved in the control, and addressing activities that do not necessarily have to operate on the geometric model, unless to extract measurements or reports.

It is therefore appropriate to extend the numerical and textual components of the BIM model as well as the iconography level (for example, all the photographic material that is used for the technical inspection activities), and leaving the task of determining the shape and the geometric, functional and performance relationships of the artifact to those who work directly on the model.

It is possible to say "so many lives for the model", and its "production cost", in terms of required skills, should be weighed considering the possibility of renewing it and reusing it at different

lo e di guida nella creazione di un nuovo manufatto. E' inoltre importante ricordare come gli individui responsabili di queste attività potrebbero interagire e integrare le tecnologie che sono state sostenute. La struttura dei flussi proposta, infatti, prevede l'impiego di tecnologie "collaudate" e ampiamente impiegate, ma spesso non integrate tra loro. Questo costituisce l'aspetto innovativo della proposta metodologica per le simulazioni di cantiere e di gestione: riscrivere parte del modello BIM 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 a professionalità normalmente coinvolte dalle attività di controllo e indirizzo che non necessariamente devono operare sul modello geometrico se non per estrarne misurazioni o relazioni.

È quindi opportuno ampliare il modello BIM nella sua componente numerica e testuale e in quella iconografica (tutto l'apparato fotografico che produce l'attività tecnica di sopralluogo), lasciando a chi opera direttamente sul modello il compito di stabilire la forma e le relazioni geometriche, funzionali e prestazionali del manufatto.

*Le tante vite del modello* potremmo quindi dire, e il suo "costo di produzione" in termini di competenze richieste, deve essere pesato considerando anche la possibilità di rinnovarlo e riusarlo nei diversi momenti della costruzione e della gestione. E' anche con queste idealità che il nostro gruppo di ricerca accademica pensa debbano essere affinate le modalità espressive utili a illustrare fenomeni e processi complessi facendo emergere di questi, com'è nel ruolo storico del disegno, gli elementi che li strutturano, connotano e caratterizzano o che li rendono realizzabili,

construction and operation stages. It is in fact with these aims that our academic research group believes a useful mode could be refined to illustrate complex processes and the related phenomena, in the same way as the historical role of the science of Drawing, highlighting the elements that structure, characterize and typify them or that make them workable and feasible, not only attempting new representations but rather of proposing new ways of making knowledge through data, and the related acquisition processes, and through their quality, their accuracy and their reliability.

**NOTES**

<sup>1</sup>In this sense, the hypothesis put forward in UNI about the expansion of parts of UNI 11337 with the addition of sections on the aspects of recovery and restoration, considering the rich

heritage of historical and monumental buildings that characterizes Italy, seems very interesting.

<sup>2</sup>"Implementation of Directives 2014/23 / EU, 2014/24 / EU and 2014/25 / EU on the awarding of concession contracts, on public procurement and on the procurement procedures of entities operating in the water, energy, transport and postal services, as well as revising the current rules on public contracts for works, services and supplies".

<sup>3</sup>"Coding of products and processes in the building industry" (Working Group 05 of the Technical Commission UNI 033 "Products, processes and systems for building")

<sup>4</sup>UNI 11337 will replace the previous ones (UNI 11337: 2009 and UNI 11337-3: 2015).

<sup>5</sup>The BS ISO 15686: 2008 "Buildings and constructed assets" International

fattibili, non tanto pensando a nuove rappresentazioni quanto piuttosto a nuovi modi per generare conoscenza mediante i dati di progetto e i relativi processi di acquisizione ovvero attraverso la loro qualità, il loro grado di precisione, la loro affidabilità.

#### NOTE

<sup>1</sup> In tal senso pare molto interessante l'ipotesi ventilata in ambito UNI circa l'ampliamento delle parti della costituenda norma UNI 11337 con l'aggiunta di sezioni relative agli aspetti del recupero e restauro, in considerazione del ricchissimo patrimonio di edilizia storica e monumentale che caratterizza il nostro Paese.

<sup>2</sup> "Attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE sull'aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure d'appalto degli enti erogatori nei settori dell'acqua, dell'energia, dei trasporti e dei servizi postali, nonché per il riordino della disciplina vigente in materia di contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture".

<sup>3</sup> "Codificazione dei prodotti e processi in edilizia" (Gruppo di Lavoro 05 della Commissione Tecnica UNI 033 "Prodotti, processi e sistemi per l'organismo edilizio").

<sup>4</sup> La norma UNI 11337 sostituirà le precedenti (UNI 11337:2009 e UNI 11337-3:2015).

<sup>5</sup> La norma internazionale BS ISO 15686:2008 "Buildings and constructed assets definisce le differenze semantiche tra le due accezioni.

<sup>6</sup> Molte informazioni relative al progetto di ricerca INNOVance sono disponibili al seguente link: [innovance.dd.agoramed.it](http://innovance.dd.agoramed.it) (ultima visita: dicembre 2016).

<sup>7</sup> Un'ampia descrizione del contributo della modellazione e della realtà aumentata dei due progetti europei descritti è reperibile al sito [www.drawingtothefuture.polito.it/projects/](http://www.drawingtothefuture.polito.it/projects/) (ultima visita: dicembre 2016). Il coordinatore scientifico è la prof.ssa A. Osello.

Standard defines the semantic differences between the two meanings.

<sup>6</sup> A great deal of information about the INNOVANCE research project is available at the following link: [innovance.dd.agoramed.it](http://innovance.dd.agoramed.it) (last visit: December 2016).

<sup>7</sup> An extensive description of the contribution of modeling and augmented reality pertaining to the two European projects can be found at the [www.drawingtothefuture.polito.it/projects/](http://www.drawingtothefuture.polito.it/projects/) site (last visit: December 2016). The scientific coordinator is Prof. A. Osello.

<sup>8</sup> The Carlo Mollino University Residence, Politecnico di Torino, executive design M. Lo Turco, web database M. M. Bocconcino.

<sup>9</sup> Special maintenance (re-functioning facades), API Cogal-Sepam, BIM model and relational database E. Barberis, M. M. Bocconcino, D. Pezzuto.

<sup>8</sup> Residenza Universitaria Carlo Mollino, Politecnico di Torino, progetto esecutivo M. Lo Turco, database web M. M. Bocconcino.

<sup>9</sup> Manutenzione straordinaria (rifunionalizzazione facciate). API Cogal-Sepam. Modello BIM e database relazionale E. Barberis, M. M. Bocconcino, D. Pezzuto.

#### REFERENCES

Argiolas, C., Quaquero, E., Prenza, R. (2015), *BIM 3.0 Dal disegno alla simulazione: Nuovo paradigma per il progetto e la produzione edilizia*, Gangemi Editore, Roma.

Bocconcino, M. M., Lo Turco, M. (2016), "Ambienti collaborativi per la condivisione della conoscenza: prime applicazioni di Building Information Modeling in ambito pubblico", *DISEGNARECON*, Vol. 9, No. 16, pp. 7.1-7.10.

Cirbini, A.L.C. (2013), *L'information Modeling e il settore delle costruzioni: IIM e BIM*, Maggioli, Santarcangelo di Romagna.

Cocchiarella, L. (2016), "BIM: dimensioni dello spazio, del pensiero, e della formazione", *DISEGNARECON*, Vol. 9, No. 16, pp. 3.1-3.5.

De Rubertis, R. (2016), "What information models before BIM", *Proceedings of the Workshop 3Dmodeling & BIM. Applications and possible future developments, April 20-21, 2016, DEI, Roma*, pp. 10-13.

Eastman C., Teicholz, P., Sacks, R., Liston, K. (2011), *A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*, Wiley, Hoboken.

Furlanetto, L., Garetti, M., Macchi, M. (2007), *Ingegneria della manutenzione. Strategie e metodi*, Franco Angeli, Milano.

Lo Turco, M. (2015), *BIM and infographic representation in the construction process. A decade of research and applications*, Aracne, Ariccia.

Mottola, V., De Luca Picione, M. (2009), *Il progetto dinamico del cantiere edile*, Il Sole 24 ore, Milano.

Patti, E., Ronzino, A., Osello, A., Verda, V. Acquaviva, A. and Macii, E. (2015), "District Information Modeling and Energy Management", *IT PROFESSIONAL*, Vol. 17, No. 6, pp. 28-34.

Popper, K.R., Eccles J.C. (1981), *L'io e il suo cervello. Materia, coscienza e cultura*, Vol. 1, tr. it. Armando editore, Roma.

Santagati, C., Lo Turco, M. (2017), "From structure from motion to historical building information modeling: populating a semantic-aware library of architectural elements", *Journal of Electronic Imaging*, Vol. 26, No. 1, 011007: 1-12.