

POLITECNICO DI MILANO

SCUOLA DI INGEGNERIA EDILE-ARCHITETTURA

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria dei Sistemi Edilizi



**Gestione digitale dei processi informativi delle
costruzioni - aspetti generali. Linee guida per la
nuova norma UNI 11337:2016 - parte 1.**

Relatore:

Prof. Arch. Alberto Pavan

Tesi di Laurea

Magistrale di:

Stefano PODAVITTE

Matricola 786976

Anno Accademico 2014/2015

Indice

Abstract.....	11
Introduzione.....	13
1 Proposta di norma UNI 11337:2016 – Gestione digitale dei processi informativi delle costruzioni.....	18
1.1 Generalità.....	18
1.2 La normativa europea.....	19
1.3 La normativa internazionale.....	20
1.4 La normativa italiana.....	22
1.4.1 Proposta di norma UNI 11337-1:2016.....	24
1.4.2 Proposta di norma UNI 11337-2:2016.....	32
1.4.3 Proposta di norma UNI 11337-3:2016.....	35
1.4.4 Proposta di norma UNI 11337-4:2016.....	42
1.4.5 Proposta di norma UNI 11337-5:2016.....	43
2 Standard Proposal UNI 11337:2016 – Gestione digitale dei processi informativi delle costruzioni.....	47
2.1 Introduction.....	47
2.2 The European Standard.....	48
2.3 The International Standard.....	49
2.4 The Italian Framework.....	51
2.4.1 Standard Proposal UNI 11337-1:2016.....	52

2.4.2	Standard proposal UNI 11337-2:2016	61
2.4.3	Standard Proposal UNI 11337-3:2016	64
2.4.4	Standard Proposal UNI 11337-4:2016	70
2.4.5	Standard proposal UNI 11337-5:2016	72
3	Maturità della gestione digitale del processo delle costruzioni	75
3.1	Generalità.....	75
3.2	BIM Maturity Level	76
3.2.1	Level 0 BIM	79
3.2.2	Level 1 BIM	81
3.2.3	Level 2 BIM	83
3.2.4	Level 3 BIM	87
3.3	Livelli di maturità informativa.....	89
3.3.1	Livello primitivo (0).....	93
3.3.2	Livello minimo (1)	95
3.3.3	Livello base (2)	97
3.3.4	Livello avanzato (3)	99
3.3.5	Livello ottimale (4)	101
4	Aspetti generali del contenuto informativo.....	105
4.1	Generalità.....	105
4.2	Veicolazione del contenuto informativo	106
4.2.1	Modalità di trasmissione: verbale e scritta.....	106
4.2.2	Tipologie di supporto: cartaceo e digitale.....	107
4.2.3	Formati di linguaggio informatico: proprietario e aperto	108

4.3	Natura del contenuto informativo.....	118
4.4	Composizione ed esplicitazione del contenuto informativo	122
4.5	Ambiti del contenuto informativo	126
4.6	Stato di sviluppo e stato di approvazione del contenuto informativo	131
4.6.1	Stato di sviluppo del contenuto informativo	135
4.6.2	Stato di approvazione del contenuto informativo	137
5	Struttura del processo informativo delle costruzioni	141
5.1	Generalità.....	141
5.2	Stato attuale	142
5.2.1	Codice Appalti / Regolamento Appalti	143
5.2.2	RIBA Plan of Work.....	151
5.3	Struttura del processo informative delle costruzioni proposto	163
5.3.1	Generalità	163
5.3.2	Stadio di Programmazione strategica.....	167
5.3.3	Stadio di Progettazione	171
5.3.4	Stadio di Produzione	176
5.3.5	Stadio di Esercizio.....	180
6	Scomposizione informativa dell'opera	182
6.1	Generalità.....	182
6.2	Schemi di scomposizione attualmente utilizzati.....	185
6.2.1	Norma UNI 8290-1:1981 – Sistema tecnologico – classificazione e terminologia.....	185
6.2.2	OmniClass	191

6.2.3	CSI UniFormat 2010	193
6.3	Scomposizione informativa dell'opera proposta	195
6.3.1	Opera	200
6.3.2	Sistema processuale	201
6.3.3	Sistema ambientale antropico	203
6.3.4	Sistema funzionale spaziale	206
6.3.5	Sistema tecnologico costruzioni.....	209
6.3.6	Sistema tecnologico impianti	213
7	Termini e definizioni	217
7.1	Generalità.....	217
7.2	Termini e definizioni adottati.....	223
7.2.1	Termini relativi al contenuto informativo	223
7.2.2	Termini relativi alla scomposizione informativa dell'opera	227
7.2.3	Termini relativi alla struttura del processo informativo delle costruzioni	227
7.2.4	Termini relativi al modello informativo.....	228
	Conclusioni.....	231
	Bibliografia	233

Indice delle figure

Figura 1 - Schema del livello ottimale di maturità digitale del processo (elaborazione dell'autore).....	26
Figura 2 - Schema dei veicoli informativi (elaborazione dell'autore).....	28
Figura 3 - Struttura del processo informativo delle costruzioni (elaborazione dell'autore).....	30
Figura 4 - Struttura di scomposizione informativa dell'opera (elaborazione dell'autore).....	31
Figura 5 - Struttura di denominazione (A. Grassi – La classificazione e la denominazione nel mondo delle costruzioni. Linee guida per la nuova norma UNI 11337:2016 – parte 2)	33
Figura 6 - Optimal level of maturity of the digital management (elaborazione dell'autore).....	55
Figura 7 - Information vehicles scheme (elaborazione dell'autore).....	57
Figura 8 - Structure of the construction information process (elaborazione dell'autore).....	59
Figura 9 - Structure of the information breakdown of the asset (elaborazione dell'autore).....	60
Figura 10 - Denomination structure (A. Grassi – La classificazione e la denominazione nel mondo delle costruzioni. Linee guida per la nuova norma UNI 11337:2016 – parte 2.)	62
Figura 11 - BIM maturity levels (Richards, Bew - 2008).....	77
Figura 12 - Livello di maturità raggiungibile dagli attori del settore delle costruzioni in UK (NBS National BIM Report 2014)	78
Figura 13 - Level 0 BIM (www.evolveuk.biz)	79
Figura 14 - Level 1 BIM (www.evolveuk.biz)	81

Figura 15 - Level 2 BIM (www.evolveuk.biz)	83
Figura 16 - Level 3 BIM (www.evolveuk.biz)	87
Figura 17 - Livello primitivo di maturità della gestione digitale (elaborazione dell'autore).....	94
Figura 18 - Livello minimo di maturità della gestione digitale (elaborazione dell'autore).....	96
Figura 19 - Livello base di maturità della gestione digitale (elaborazione dell'autore).....	98
Figura 20 - Livello avanzato di maturità della gestione digitale (elaborazione dell'autore).....	100
Figura 21 - Livello ottimale di maturità della gestione digitale (elaborazione dell'autore).....	102
Figura 22 - Logo BuildingSMART e schema interoperabilità IFC (www.buildingsmart.org).....	110
Figura 23 - IFC timeline (www.buildingsmart.org).....	112
Figura 24 - Diffusione del formato IFC nel 2012 e 2013 (NBS National BIM Report 2014).....	113
Figura 25 - Flusso di generazione del file COBie (www.bimtaskgroup.org)...	115
Figura 26 - Diffusione del formato COBie nel 2012 e 2013 (NBS National BIM Report 2014).....	117
Figura 27 - Natura del contenuto informativo (elaborazione dell'autore).....	118
Figura 28 - Esempi di contenuti informativi classificati in funzione della loro natura (elaborazione dell'autore).....	120
Figura 29 - Natura del contenuto informativo in funzione alla sua relazionalità (elaborazione dell'autore).....	121
Figura 30 - Schema dei veicoli informativi (elaborazione dell'autore).....	123
Figura 31 - Confronto tra il progetto nel processo tradizionale ed il modello informativo nel processo digitale (elaborazione dell'autore)	125

Figura 32 - Schema di sviluppo ed approvazione di un contenuto informativo (elaborazione dell'autore).....	140
Figura 33 - Struttura del RIBA Plan of Work 2013 (RIBA Plan of Work 2013 Handbook).....	153
Figura 34 - RIBA Plan of Work 2013 (RIBA Plan of Work 2013 Handbook)	162
Figura 35 - Struttura del processo informativo delle costruzioni (elaborazione dell'autore).....	165
Figura 36 - Stadio di programmazione strategica (elaborazione dell'autore) ...	167
Figura 37 - Stadio di progettazione (elaborazione dell'autore).....	171
Figura 38 - Stadio di produzione (elaborazione dell'autore).....	176
Figura 39 - Stadio di esercizio (elaborazione dell'autore).....	180
Figura 40 – Macro-aree di scomposizione informativa dell’opera (rielaborazione dell’autore).....	197
Figura 41 - Sistemi di scomposizione informativa dell'opera (rielaborazione dell'autore).....	198
Figura 42 - Livelli di scomposizione informativa dell'opera (rielaborazione dell'autore).....	199
Figura 43 - Esempi di opera (elaborazione dell'autore)	200
Figura 44 – Livelli del sistema processuale (elaborazione dell'autore)	201
Figura 45 - Livelli del sistema ambientale antropico (elaborazione dell'autore).....	204
Figura 46 - Livelli del sistema tecnologico costruzioni (elaborazione dell'autore).....	209
Figura 47 - Livelli del sistema tecnologico impianti (rielaborazione dell'autore).....	214
Figura 48 - Loghi delle principali organizzazioni di normazione tecnica (elaborazione dell'autore).....	218

Indice delle tabelle

Tabella 1 - Strumenti informatici del processo (elaborazione dell'autore)	92
Tabella 2 - Tipologie di veicoli informativi in funzione della natura dei contenuti veicolati (elaborazione dell'autore)	124
Tabella 3 - Matrice di validazione di primo livello degli ambiti informativi e delle informazioni cardinali (elaborazione dell'autore)	129
Tabella 4 - Matrice di validazione di secondo livello delle discipline e delle informazioni cardinali (elaborazione dell'autore)	131
Tabella 5 - Codici di stato di un contenuto informativo (elaborazione dell'autore)	134
Tabella 6 - Stati di sviluppo di un contenuto informativo (elaborazione dell'autore)	136
Tabella 7 - Stati di approvazione di un contenuto informativo (elaborazione dell'autore).....	138
Tabella 8 - Documenti componenti il progetto preliminare (Codice Appalti - Allegato XXI, Sezione I, Art. 1)	146
Tabella 9 - Documenti componenti il progetto definitivo (Codice Appalti - Allegato XXI, Sezione II, Art. 8).....	147
Tabella 10 - Documenti componenti il progetto esecutivo (Codice Appalti - Allegato XXI, Sezione III, Art. 19).....	148
Tabella 11 - Tabella di confronto tra Codice Appalti e Regolamento Appalti (elaborazione dell'autore).....	150
Tabella 12 - Tasks del RIBA Plan of Work 2013 (RIBA Plan of Work 2013 Hnadbook).....	156
Tabella 13 - Stages del RIBA Plan of Work 2013 (RIBA Plan of Work 2013 Handbook).....	161

Tabella 14 - Esempi di classificazione di una chiusura verticale attraverso la UNI 8290-1:1981 (elaborazione dell'autore)	186
Tabella 15 - Porzione del sistema di scomposizione secondo la UNI 8290-1:1981 (UNI 8290-1:1981).....	187
Tabella 16 - Tabelle OmniClass per la classificazione delle entità del settore delle costruzioni (http://www.omniclass.org/tables)	192
Tabella 17 - Esempio di classificazione delle fondazioni attraverso il sistema UniFormat (www.uniformat.com)	194
Tabella 18 - Tabella UniFormat per la classificazione dei Major Elements del settore delle costruzioni (www.uniformat.com).....	195
Tabella 19 - Porzione di raccolta delle sezioni terminologiche delle norme tecniche analizzate (elaborazione dell'autore).....	222

Abstract

La qualità di un'opera, sia essa un edificio o un'infrastruttura, non può prescindere dalle modalità di produzione e di gestione dei contenuti informativi che la definiscono nei suoi molteplici aspetti. Questi contenuti informativi sono richiesti, prodotti, scambiati, utilizzati ed aggiornati nel corso dell'intero ciclo di vita dell'opera stessa, dalla sua ideazione sino alla sua riconversione o dismissione. Questa eterogenea massa di dati può oggi essere gestita in modo più efficace ed efficiente, anche in questo settore, attraverso una significativa introduzione delle metodologie informatiche e digitali, come già avviene da tempo in tutti gli altri comparti produttivi o dei servizi. L'obiettivo della presente tesi è stato quello di analizzare gli aspetti generali della gestione digitale dei processi informativi delle costruzioni, quali la maturità della gestione digitale dei processi informativi, i contenuti informativi, la struttura dei processi informativi delle costruzioni e la scomposizione informativa dell'opera. Attraverso la partecipazione al gruppo di lavoro UNI/CT 033/GL 05 "Codificazione dei prodotti e dei processi costruttivi in edilizia" è stato possibile confrontarsi con esperti del settore e giungere alla formulazione delle linee guida per la nuova norma "UNI 11337-1:2016 - Gestione digitale dei processi informativi delle costruzioni - aspetti generali".

Abstract

The quality of an asset, which can be either a building or an infrastructure, it can't prescind from the production modalities and the management of the informative contents that define it in its several aspects. These informative contents are required, produced, exchanged, used and updated through the entire life cycle of the asset itself, from its inception to its reconversion or disposal. Today this etherogeneous quantity of data can be handled in a more efficient and effective way, even in this sector, through a substantial introduction of the informatic and digital methodologies, as already happened in all the rest of the productive or service industries. The goal of the current thesis is the one of analysing the general aspects of the digital management of the construction informative processes, such as the maturity of the digital management of the informative processes, the informative contents, the structure of the construction informative processes and the informative breakdown of the asset. Through the participation to the work group UNI/CT 033/GL 05 "Codificazione dei prodotti e dei processi costruttivi in edilizia" it was possible to share ideas among experts of the construction industry and achieve the formulation of the guide lines for the new standard "UNI 11337-1:2016 - Gestione digitale dei processi informativi delle costruzioni - aspetti generali".

Introduzione

Il settore delle costruzioni sta attualmente attraversando a livello internazionale un momento di trasformazione radicale, con il progressivo abbandono della gestione dei processi basata su metodologie di tipo tradizionale a favore dell'adozione sempre più massiccia e consapevole della gestione dei processi basata su metodologie di tipo digitale.

Una delle migliori definizioni del BIM è quella fornita dal National BIM Standard del NBIMS Committee americano, che lo descrive in modo filosofico attraverso la metafora di un'immaginazione.

“Imagine for a moment all of the individual actors in all of the phases of a facility’s lifecycle. Imagine that all of the actors, working in familiar ways within their own specialty areas, are able to gather information, explore options, assemble, test, and perfect the elements of their work within a computer-based model before committing their work to be shared with or passed on to others, to be built, or to be operated. Imagine further that when it becomes necessary to share or pass a bundle of information to another organization, which may or may not be using the same tools, or to move it on to another phase of work, it is possible to safely and almost instantaneously (through a computer-to-computer communication) share or move just the right bundle of information without loss or error and without giving up appropriate control. In this imaginary world the exchange is standardized across the entire industry such that each item is recognized and understood without the parties having to create their own set of standards for that

project team or for their individual organizations. Finally, imagine that for the life of the facility every important aspect, regardless of how, when, or by whom it was created or revised, could be readily captured, stored, researched, and recalled as needed to support real property acquisition and management, occupancy, operations, remodelling, new construction, and analytics.”¹

Tale metafora è quella che riesce a far cogliere a pieno le potenzialità dell'adozione di una metodologia di gestione digitale del processo delle costruzioni, comunemente detta metodologia BIM, i cui concetti base sono la collaborazione tra i vari attori della filiera, l'interscambio dei contenuti informativi e l'interoperabilità degli stessi.

Per comprendere l'entità di questa trasformazione è sufficiente fare una breve panoramica dello stato attuale della diffusione della gestione digitale del processo delle costruzioni a livello internazionale:

- Il Regno Unito ha avviato nel 2009 l'*AEC (UK) CAD Standards Initiative* con l'intento di rispondere alle necessità del settore delle costruzioni di uno standard per un ambiente di progettazione BIM. Nel 2011 il *National Building Specifications* (NBS) ha cominciato lo sviluppo della *National BIM Library*, una libreria digitale di oggetti BIM gratuita e facilmente accessibile a tutti gli attori della filiera, il quale si è concluso con la recente pubblicazione del *NBS BIM Toolkit*, una piattaforma digitale per la gestione dell'intero processo. A livello centrale il governo, attraverso il Cabinet Office, coordinerà il lavoro di sviluppo degli standard che consentano ai vari attori del settore delle costruzioni di lavorare all'interno

¹ National Institute of Building Sciences – National Building Information Modeling Standard, Version 1 – Part 1: Overview, Principles, and Methodologies, 2007

del processo in modo collaborativo attraverso il BIM, e sta attuando un piano con il fine di rendere obbligatorio l'utilizzo del BIM per la realizzazione di opere pubbliche a partire dal 2016.

- La Finlandia ha adottato, già a partire dal 2001 attraverso la *Senate Properties*, un piano di sviluppo della metodologia BIM attraverso progetti pilota sul quale sono stati studiati e sviluppati modelli parametrici BIM e modalità di interscambio ed interoperabilità dei contenuti informativi tramite formato aperto IFC. A seguito del buon esito di questi progetti pilota il governo finlandese ha imposto l'uso delle metodologie BIM a partire dal 2007.
- La Norvegia ha promosso, già a partire dal 2010 attraverso la *Norwegian Directorate of Public Construction and Property*, la richiesta dell'adozione del formato IFC per l'interscambio dei contenuti informativi del progetto, adottando poi il BIM per la gestione dell'intero ciclo di vita degli edifici.
- Gli Stati Uniti hanno promosso a partire dal 2003 una notevole produzione di standard legati alla gestione BIM del processo delle costruzioni. Tra i tanti vanno sicuramente citati il *National BIM Standard-US Project Committee*, un comitato di lavoro il cui mandato è stato quello di migliorare il processo di pianificazione, progettazione, costruzione e manutenzione attraverso l'utilizzo di un modello informativo standardizzato contenente tutte le informazioni create o raccolte lungo l'intero ciclo di vita di un manufatto in un formato utilizzabile da tutti. Inoltre, a partire dal 2006, l'*U.S. Army Corps of Engineers (USACE)* ha presentato varie *road map* relative al BIM come punto di riferimento per i proprietari immobiliari. In ultimo nel 2008, una specifica del *Construction Operations Building Information Exchange (COBIE)* denota come le informazioni possano

essere acquisite durante le fasi di progettazione e di realizzazione per poi essere fornite agli appaltatori che si occuperanno della gestione.

- Singapore, attraverso il *Construction and Real Estate Network* (CoRENet) ha creato la principale organizzazione coinvolta nello sviluppo e nella implementazione del BIM per i progetti governativi, ed il sistema *CoRENet e-Plan Check* è un progetto completamente finanziato dal Governo. Il progetto mira a fornire valore al progetto attraverso la migrazione da un tradizionale approccio progettuale 2D ad un approccio BIM in cui le informazioni sono contenute in un modello che funge da database e che può essere progressivamente arricchito durante il ciclo di vita di un edificio dalla progettazione, alla costruzione fino alla demolizione.

Come si evince dalla panoramica dello stato attuale della diffusione della gestione digitale del processo delle costruzioni a livello internazionale, il ruolo di traino è principalmente svolto dalla pubblica amministrazione attraverso la sperimentazione su progetti pilota.

A livello nazionale si registra un sostanziale ritardo rispetto a quanto sta succedendo nel resto del mondo, con la pubblica amministrazione che ha cominciato a muoversi nella direzione della digitalizzazione della gestione dei processi delle costruzioni solamente a seguito dell'emanazione delle direttive europee 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE del 26 febbraio 2014 da parte del Parlamento Europeo e del Consiglio. A causa della mancanza di una guida dall'alto, a livello nazionale lo sviluppo della gestione digitale del processo delle costruzioni si è finora basato su tentativi, più o meno riusciti, ad opera di privati.

Per sopperire a questa carenza normativa è attualmente in fase di sviluppo la nuova norma UNI 11337 – Gestione digitale del processo informativo delle costruzioni, che ha lo scopo di fornire le linee guida ed i principi generali. La presente tesi si è incentrata, attraverso la partecipazione al gruppo di lavoro

UNI/CT 033/GL 05 “Codificazione dei prodotti e dei processi costruttivi in edilizia”, alla realizzazione della proposta della parte 1 della norma, relativa agli aspetti generali dei contenuti informativi, del processo informativo delle costruzioni e della scomposizione informativa dell’opera, fornendo anche una linea guida per l’adozione graduale della gestione digitale attraverso livelli di maturità crescenti.

1 Proposta di norma UNI 11337:2016

– Gestione digitale dei processi informativi delle costruzioni

1.1 Generalità

La diffusione della metodologia Building Information Modelling, che sta largamente interessando il mondo delle costruzioni a livello internazionale, ha subito una fortissima accelerazione in Europa, da quando la Gran Bretagna, con la pubblicazione della *Government Construction Strategy* (2011), ha reso obbligatorio, a partire dal 2016, l'utilizzo di questo metodo in tutti i progetti finanziati con fondi pubblici. Sulla scia dell'esempio inglese, la Commissione europea è intervenuta sulla vecchia Direttiva 2004/18/CE, relativa agli appalti pubblici, introducendo espliciti riferimenti al mondo del digitale e alla metodologia BIM. Alcuni paesi dell'Europa settentrionale (tra i quali Danimarca, Finlandia, Norvegia, e Paesi Bassi) stanno da tempo affrontando queste tematiche, e i governi di Francia e Germania hanno recentemente istituito dei gruppi governativi, allo scopo di dare impulso all'adozione del BIM nel comparto delle costruzioni. L'Italia, invece, sembra ancora indecisa sulla via da percorrere ed è in ritardo nella definizione di una politica industriale nazionale orientata in questo verso. Nonostante ciò, non mancano le iniziative volontarie "dal basso", promosse dall'industria delle costruzioni e dalle varie organizzazioni preposte a tale scopo, indirizzate all'introduzione della metodologia BIM nel settore dell'ambiente costruito.

Mentre sui tavoli di lavoro internazionale e comunitario (ISO e CEN) si sta lavorando per la definizione del quadro normativo tecnico di accompagnamento alle legislazioni locali, anche l'Italia ha prontamente intrapreso la stessa strada: presso l'Ente Nazionale Italiano di Unificazione (UNI) il gruppo di lavoro UNI/CT 033/GL 05 "Codificazione dei prodotti e dei processi costruttivi in edilizia", coordinato dal prof. Alberto Pavan del Politecnico di Milano, sta attualmente rielaborando l'originaria norma di riferimento – UNI 11337:2009² – con l'obiettivo di regolamentare in ambito nazionale l'utilizzo del BIM, affinché si proceda verso un'effettiva applicazione di questa metodologia che renda partecipi tutti i protagonisti del settore delle costruzioni, dal committente fino all'ultimo subappaltatore della filiera.

1.2 La normativa europea

Come dichiarato dal prof. Alberto Pavan in un articolo apparso sul sito internet dell'UNI³, in sede CEN (*European Committee for Standardization*) si sta attualmente lavorando sul tema del BIM il gruppo di lavoro CEN/BT/WG 215 "Building Information Modelling", promosso e coordinato dalla Norvegia. Numerosi sono i paesi ad oggi aderenti al tavolo: Austria; Belgio; Danimarca; Estonia; Finlandia; Francia; Germania; Gran Bretagna; Italia; Olanda; Portogallo; Repubblica Ceca; Spagna e Svezia. I quattro esperti che rappresentano l'Italia sono: Alberto Pavan (Politecnico di Milano); Filippo Romano (Autorità Nazionale Anticorruzione – ANAC); Fulvio Re Cecconi (Associazione Nazionale Costruttori Edili – ANCE) e Paolo Odorizzi (Harpaceas S.r.l.).

² UNI 11337:2009 – Edilizia e opera di ingegneria civile – Criteri di codificazione di opere e prodotti da costruzione, attività e risorse – Identificazione, descrizione e interoperabilità

³ A. Pavan - "Rivoluzione" BIM anche nella normazione tecnica – UNI, 2015

Il gruppo di lavoro europeo è ancora nella fase iniziale del proprio percorso normativo, che prevede anche il recepimento di tre norme ISO:

- ISO 29481-1:2010 – Building Information Modelling – Information delivery manual – Part 1: Methodology and format;
- ISO 29481-2:2012 – Building Information Modelling – Information delivery manual – Part 2: Interaction framework;
- ISO 16739:2013 – Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries;
- ISO 12006-2:2015 – Building construction – Organization of information about construction works – Part 2: Framework for classification;
- ISO 12006-3:2007 – Building construction – Organization of information about construction works – Part 3: Framework for object-oriented information.

Il tavolo porrà inoltre particolare attenzione all’armonizzazione a livello europeo delle tavole di classificazione e delle proprietà dei prodotti da costruzione.

Si prevede la chiusura dei lavori entro l’anno 2016 e la pubblicazione delle relative norme nel 2017.

1.3 La normativa internazionale

In sede ISO (*International Organization for Standardization*) sta attualmente lavorando sul tema del BIM il gruppo di lavoro ISO/TC 59/SC 13/WG 13 “Information Management”, promosso e coordinato dalla Gran Bretagna. I paesi ad oggi aderenti al tavolo sono: Australia; Austria; Germania; Giappone; Gran Bretagna; Italia; Norvegia; Olanda e USA. I due esperti che rappresentano l’Italia sono: Alberto Pavan e Angelo Luigi Camillo Ciribini (Università di Brescia).

Esiste già un'ampia gamma di norme ISO riguardanti il Building Information Modelling, tra cui:

- ISO STEP 10303 – STandard for the Exchange of Product model data;
- ISO 12006-2:2015 – Building construction – Organization of information about construction works – Part 2: Framework for classification;
- ISO 12006-3:2007 – Building construction – Organization of information about construction works – Part 3: Framework for object-oriented information.
- ISO 16354:2013 – Guidelines for knowledge libraries and object libraries;
- ISO 16739:2013 – Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries;
- ISO 16757-1:2015 – Data structures for electronic product catalogues for building services – Part 1: Concepts, architecture and model;
- ISO/DIS 16757-2:2014 – Data structures for electronic product catalogues for building services – Part 2: Geometry;
- ISO 29481-1:2010 – Building Information Modelling – Information delivery manual – Part 1: Methodology and format;
- ISO 29481-2:2012 – Building Information Modelling – Information delivery manual – Part 2: Interaction framework;
- ISO 12911:2012 – Framework for building information modelling (BIM) guidance.

La struttura portante della definenda norma ISO prende spunto da due recenti proposte di norma britanniche: la PAS 1192-2:2013⁴ e la PAS 1192-3:2014⁵. Questi due testi, sponsorizzati dal *Construction Industry Council* (CIC) e

⁴ PAS 1192-2:2013 – Specification for information management for the capital/delivery phase of construction project using building information modelling

⁵ PAS 1192-3:2014 – Specification for information management for the operational phase of assets using building information modelling

pubblicati sotto licenza di *The British Standard Institution*, illustrano le modalità di produzione e di consegna delle informazioni relative a un'opera, sia essa edilizia o di ingegneria civile, tramite la metodologia BIM Livello 2, rispettivamente nelle fasi di progettazione e costruzione e nella fase di gestione e manutenzione del bene.

La nuova norma ISO prenderà il nome di ISO 19650 “Information management using building information modelling” e sarà composta da quattro parti:

- Parte 1 – Concepts and Principles;
- Parte 2 – Delivery phase of the assets;
- Parte 3 – Operational phase of assets;
- Parte 4 – Server based systems.

Si prevede la chiusura dei lavori entro l'anno 2015, un periodo di condivisione e consolidamento del testo che comprenderà tutto il 2016 e la pubblicazione delle prime due parti della norma entro il primo trimestre del 2017.

1.4 La normativa italiana

In sede nazionale UNI sta attualmente lavorando sul tema del BIM il gruppo di lavoro UNI/CT 033/GL 05 “Codificazione dei prodotti e dei processi costruttivi in edilizia”, coordinato dal prof. Alberto Pavan, senior partner di BAEC e docente presso il Politecnico di Milano. Al tavolo partecipano i principali stakeholder del settore delle costruzioni: per la pubblica amministrazione, l'Autorità Nazionale Anticorruzione (ANAC), il Provveditorato Interregionale per le Opere Pubbliche Lombardia-Liguria e Regione Lombardia; per l'ambito di ricerca, il Politecnico di Milano, il Politecnico di Torino e l'Istituto per le Tecnologie della Costruzione – Consiglio Nazionale delle Ricerche (ITC-CNR); per le imprese, l'Associazione Nazionale Costruttori Edili (ANCE), Salini Impregilo, Cmb, Permasteelisa e Manens-Tifs; per l'industria, Federlegno, l'Unione Nazionale delle Industrie delle

Costruzioni Metalliche dell’Involucro e dei serramenti (UNICMI), l’Associazione Nazionale degli Industriali dei Laterizi (ANDIL), l’Associazione Nazionale Industrie Manufatti Cementizi (Assobeton) e la Federazione Industrie Prodotti Impianti Servizi ed Opere Specialistiche per le Costruzioni (Finco); per la grande committenza, la Lega Nazionale delle Cooperative e Mutue (Legacoop) e Aspesi; per gli enti, Agenzia CasaClima e la Camera di Commercio di Milano; per l’informatica, Autodesk, One-Team, Harpaceas, Bentley e Nemetschek; per le professioni, i Consigli Nazionali di Ingegneri e Architetti, Arup, Watson, Farley & Williams e Conteco.

Il gruppo di lavoro UNI sta attualmente rielaborando l’originaria norma di riferimento, la norma UNI 11337:2009, per la quale sin dall’origine era prevista la redazione di un’apposita specifica tecnica che regolamentasse l’utilizzo del BIM in ambito nazionale.

La nuova norma, che sarà prima pubblicata come specifica tecnica per una preventiva verifica sul mercato, sarà composta da cinque parti:

- Parte 1, Contenuto informativo, prodotto, processo e modello;
- Parte 2, Criteri di denominazione e classificazione;
- Parte 3, Modelli di raccolta, organizzazione e archiviazione dell’informazione tecnica per i prodotti da costruzione;
- Parte 4, Livelli di dettaglio informativo;
- Parte 5, Gestione dei flussi informativi nelle fasi di progettazione, di costruzione e di manutenzione e gestione.

Si prevede la chiusura dei lavori entro l’anno 2015 e la pubblicazione delle differenti parti della norma tra il 2015 e il 2016.

1.4.1 Proposta di norma UNI 11337-1:2016

La qualità di un'opera, sia essa edilizia o di ingegneria civile (infrastrutture), non può prescindere dalle modalità di produzione e di gestione dei contenuti informativi che la definiscono nei suoi molteplici aspetti. Questi contenuti informativi sono richiesti, prodotti, scambiati, utilizzati ed aggiornati nel corso dell'intero ciclo di vita dell'opera stessa, dalla sua ideazione sino alla sua dismissione o riconversione.

La filiera delle costruzioni è da sempre, e lo sarà ancora di più nel futuro, caratterizzata da una intensa produzione di contenuti informativi, strettamente interconnessi tra loro ma riguardanti discipline e saperi differenti. Questa eterogenea massa di dati può oggi essere gestita in modo più efficace ed efficiente, anche in questo settore, attraverso una significativa introduzione delle metodologie informatiche e digitali, come già avviene da tempo in tutti gli altri comparti produttivi o dei servizi.

La produzione di contenuti informativi nel corso dell'intero processo delle costruzioni richiede, quindi, un approccio uniforme e condiviso dai vari attori della filiera, che assicuri identità di forma e standard qualitativi prestabiliti, in modo tale che le informazioni siano leggibili e trasmissibili nella struttura, univoche e complete nel contenuto, affinché possano essere facilmente e tempestivamente reperibili ed utilizzabili, da chiunque ne abbia necessità, senza errori o vizi di soggettività nella loro interpretazione.

La norma UNI 11337:2016 - parte 1, applicabile a qualsiasi tipologia di intervento e di opera, interessa gli aspetti generali della gestione digitale del processo informativo delle costruzioni, quali:

- Maturità della gestione digitale del processo informativo;
- Veicolazione, natura, composizione ed esplicitazione, ambiti di interesse, stati di sviluppo e stati di approvazione del contenuto informativo;

- Struttura del processo informativo delle costruzioni;
- Scomposizione informativa del prodotto e del processo.

1.4.1.1 Maturità della gestione digitale del processo informativo

La gestione dei processi informativi delle costruzioni avviene oggi in modalità mista attraverso l'uso di informazioni sia strutturate e rielaborabili elettronicamente, come per i modelli grafici parametrici, sia non strutturate e non rielaborabili elettronicamente, come per i documenti cartacei o digitalizzati in formati non modificabili.

Di conseguenza anche la conservazione e la gestione dei contenuti informativi assumono differenti modalità e tipologie di approccio, rendendo difficile la loro catalogazione, reperibilità, consultazione ed eventuale uso e modifica o rielaborazione.

Ai fini di una gestione informativa efficace ed efficiente del processo delle costruzioni, che ne aumenti la qualità limitando i costi, i tempi e le possibilità di errore, nella parte 1 della norma UNI 11337:2016 sono stati definiti i diversi livelli di maturità informativa digitale, che a partire dal disegno vettoriale CAD si spingono verso l'uso di contenuti informativi strutturati, rielaborabili elettronicamente e relazionali.

Nella parte 1 della norma sono definiti i seguenti livelli di maturità informativa digitale del settore delle costruzioni:

- Livello “0”, primitivo;
- Livello “1”, minimo;
- Livello “2”, base;
- Livello “3”, avanzato;
- Livello “4”, ottimale.

L'obiettivo principale dell'analisi della maturità della gestione digitale del processo informativo è quello di mettere in evidenza l'inversione logica rispetto alla gestione tradizionale del processo, oltre ad indicare un percorso evolutivo da seguire per passare dalla gestione tradizionale all'implementazione del livello ottimale di gestione digitale dei processi informativi delle costruzioni. Nella gestione tradizionale si ha infatti che il progetto è la somma di elaborati grafici spesso incoerenti tra loro, mentre nella gestione digitale palesata nella norma si ha che il modello informativo è la fonte unica dei dati e delle informazioni di processo, ed i documenti e le tavole sono direttamente estrapolati da esso.

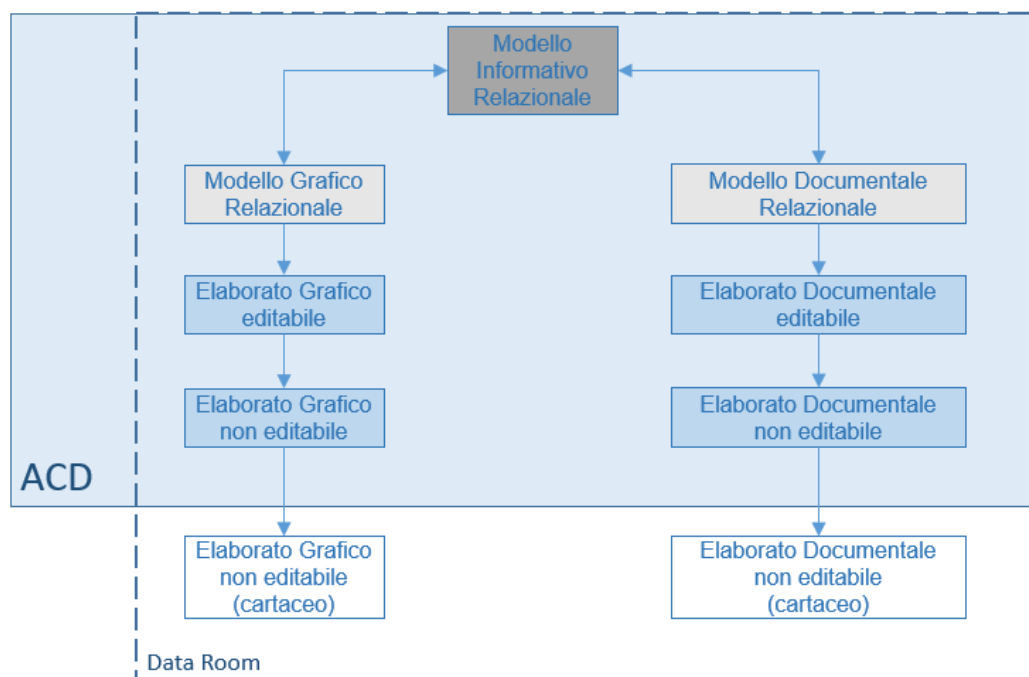


Figura 1 - Schema del livello ottimale di maturità digitale del processo (elaborazione dell'autore)

1.4.1.2 **Contenuto informativo**

La centralità della gestione digitale del processo informativo delle costruzioni è attribuita al contenuto informativo. Per meglio comprendere l'intero sistema di

gestione del processo informativo, e le successive parti della norma, sono stati trattati gli aspetti generali del contenuto informativo, quali la sua veicolazione, la sua natura, la sua composizione ed esplicitazione ed il suo stato di sviluppo e di approvazione.

In relazione alla sua veicolazione, il contenuto informativo è suddiviso in funzione della modalità di trasmissione, della tipologia di supporto e del formato di linguaggio informatico utilizzato. I contenuti informativi possono essere trasmessi in due modalità, quella verbale e quella scritta. I contenuti informativi trasmessi in modalità scritta possono essere raccolti attraverso due tipologie di supporto, quello cartaceo e quello digitale. I contenuti informativi scritti su supporto digitale possono essere espressi attraverso due formati di linguaggio informatico, quello proprietario e quello aperto. Ai fini della norma UNI 11337:2016 sono privilegiati i contenuti informativi trasmessi in modalità scritta su supporto digitale, espressi in formato di linguaggio informatico aperto.

I singoli contenuti informativi possono essere di natura strutturata o non strutturata e rielaborabili elettronicamente o non rielaborabili elettronicamente. Una volta messi in correlazione tra di loro i contenuti informativi possono essere relazionali o non relazionali. Ai fini della norma UNI 11337:2016 sono privilegiati i contenuti informativi strutturati, rielaborabili elettronicamente e relazionali.

Il contenuto informativo del processo delle costruzioni si compone di dati e informazioni, geometriche e non geometriche, che si palesano attraverso veicoli per la loro rappresentazione e gestione di natura grafica o documentale. I veicoli informativi grafici gestiscono prioritariamente i contenuti informativi geometrici e, parzialmente, quelli non geometrici. I veicoli informativi documentali gestiscono prioritariamente i contenuti informativi non geometrici e, parzialmente, quelli geometrici.

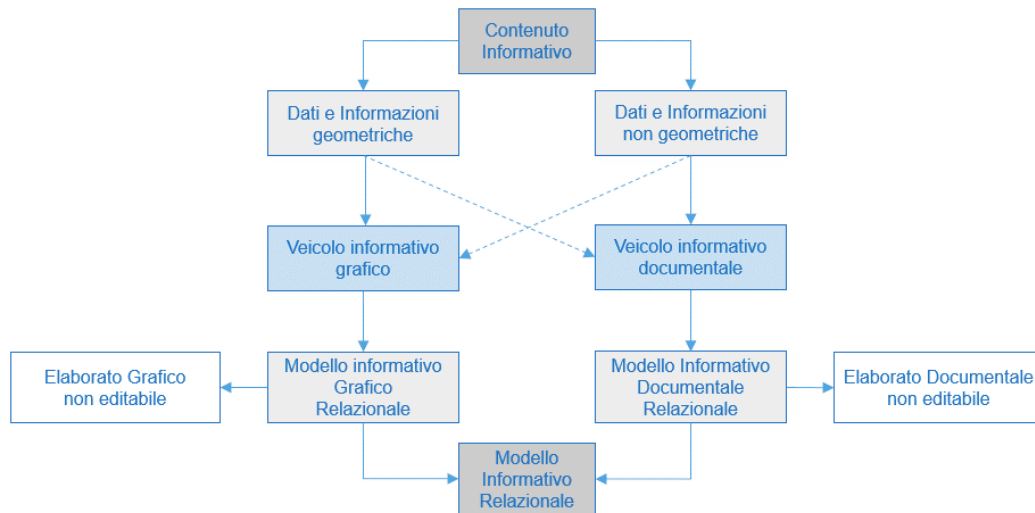


Figura 2 - Schema dei veicoli informativi (elaborazione dell'autore)

I contenuti informativi di prodotto e processo possono riguardare una pluralità di ambiti informativi, tra i quali:

- Identificativo;
- Ambientale;
- Tecnico;
- Economico;
- Programmatico;
- Legale/amministrativo;
- Informatico.

Per ogni ambito precedentemente dovrebbero essere fornite le sei informazioni cardinali necessarie per definirlo:

- Soggetti coinvolti;
- Oggetto;
- Quantità;

- Tempi;
- Qualità;
- Ubicazione.

Al fine di garantire la consapevole fruizione di dati e informazioni tra i vari soggetti interessati nel processo delle costruzioni sono definiti: lo stato di sviluppo e lo stato di approvazione del contenuto informativo. Lo stato di sviluppo definisce il grado di lavorazione del contenuto informativo. Lo stato di approvazione definisce il grado di affidabilità del contenuto informativo. L'introduzione di questi due stati è di fondamentale importanza nella gestione del flusso informativo, argomento trattato nella norma UNI 11337:2016 - parte 5.

Gli stati di sviluppo del contenuto informativo sono:

- S1: in fase di richiesta;
- S2: in fase di elaborazione/aggiornamento;
- S3: condiviso;
- S4: pubblicato;
- S5: superato.

Gli stati di approvazione del contenuto informativo sono:

- A1: da approvare;
- A2: approvato;
- A3: approvato con commento;
- A4: non approvato.

1.4.1.3 Struttura del processo informativo delle costruzioni

Il processo informativo delle costruzioni è la sequenza strutturata di stadi e fasi che riguardano la produzione e la gestione dei contenuti informativi relativi all'intero ciclo di vita di un'opera, dall'espressione dei bisogni del committente

al loro soddisfacimento, attraverso la sequenza di programmazione strategica, progettazione, produzione e messa in esercizio dell'opera stessa.

Il processo informativo delle costruzioni è un processo ciclico. Al termine della vita utile dell'opera o di una sua non più adeguata rispondenza ai mutati requisiti funzionali richiesti, il processo prevede il ritorno alla fase iniziale di programmazione strategica, all'interno della quale viene decisa la tipologia di intervento più appropriata per rispondere ai nuovi bisogni del committente, quali ad esempio la demolizione del manufatto e il ritorno al bene terra o la demolizione e ricostruzione in un nuovo manufatto, oppure la riconversione del manufatto esistente in altro.

Il processo informativo delle costruzioni può essere schematizzato secondo una struttura gerarchica costituita da quattro stadi che a loro volta si articolano in otto fasi, come indicato nello schema seguente.

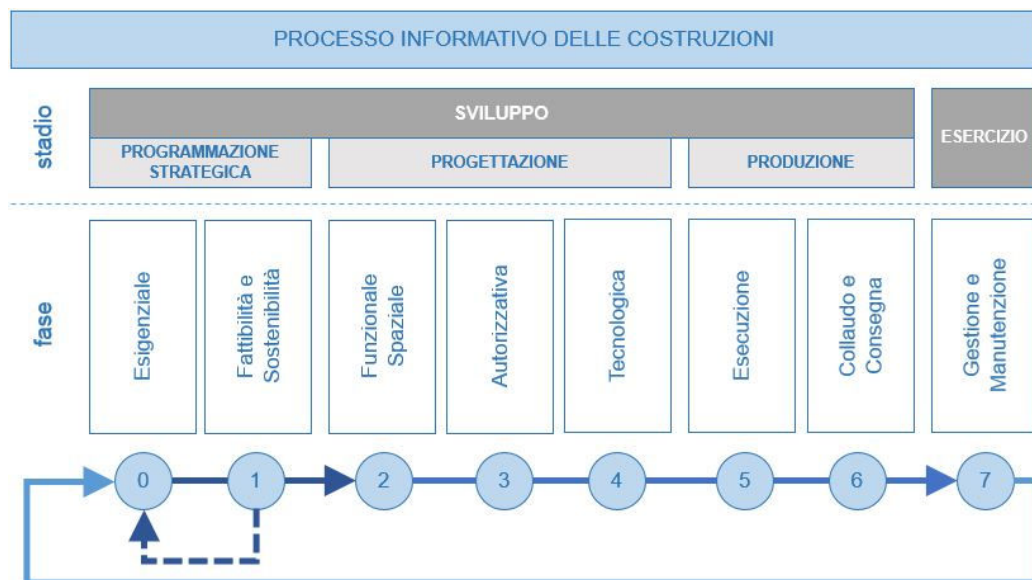


Figura 3 - Struttura del processo informativo delle costruzioni (elaborazione dell'autore)

1.4.1.4 Scomposizione informativa dell'opera

Il processo informativo relativo ad un'opera del settore delle costruzioni interessa sia gli aspetti intangibili di natura processuale o spaziale, sia quelli tangibili relativi al prodotto risultante (edificio o infrastruttura) ed al contesto in cui esso si insedia.

Ai fini della gestione digitale del processo informativo delle costruzioni è stata operata la scomposizione informativa dell'opera in sistemi e blocchi informativi.



Figura 4 - Struttura di scomposizione informativa dell'opera (elaborazione dell'autore)

Tale scomposizione informativa fondamentale anche ai fini di una standardizzazione nella denominazione e classificazione di tutte le entità del settore delle costruzioni, trattato nella norma UNI 11337:2016 - parte 2, e della creazione di modelli di raccolta, organizzazione e archiviazione dell'informazione tecnica per i prodotti da costruzione, trattato nella norma UNI 11337:2016 - parte 3.

1.4.2 Proposta di norma UNI 11337-2:2016⁶

1.4.2.1 Scopo

La norma UNI 11337:2016 parte 2 è stata ideata per fornire i criteri attraverso i quali identificare, classificare e denominare:

- Opere, intese sia come edifici che come opere di ingegneria civile;
- Attività, in termini di lavorazione e di fornitura servizi;
- Risorse, in termini di uomini, attrezzature e prodotti.

1.4.2.2 Denominazione

Per poter identificare univocamente le entità appartenenti alla filiera delle costruzioni, occorre attribuire ad esse un nome, che in virtù della sua natura sia inconfondibile. Tale nome viene definito *sostantivo di denominazione*.

Il sostantivo di denominazione deve essere attribuito a tutti gli oggetti, i soggetti e le azioni appartenenti alla filiera delle costruzioni, indipendentemente dalla logica secondo cui l'opera è stata scomposta e dal livello di disarticolazione raggiunto. Il sostantivo di denominazione si compone di diverse parti, definite *campi*.

Tali campi devono essere compilati facendo ricorso a lemmi, ognuno dei quali descrive un aspetto o una proprietà.

I campi possono essere raggruppati, in funzione delle loro caratteristiche, in due insiemi: i *caratteri classificatori* ed i *caratteri identificatori*; attraverso i primi è possibile identificare la famiglia di entità di cui si sta parlando, attraverso i secondi invece vengono fornite una serie di proprietà specifiche che la rendano inconfondibile.

⁶ A. Grassi – La classificazione e la denominazione nel mondo delle costruzioni. Linee guida per la nuova norma UNI 11337:2016 – parte 2.

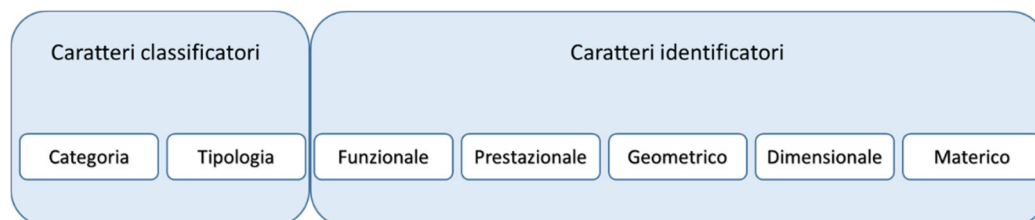


Figura 5 - Struttura di denominazione (A. Grassi – La classificazione e la denominazione nel mondo delle costruzioni. Linee guida per la nuova norma UNI 11337:2016 – parte 2)

I campi appartenenti ai caratteri classificatori sono due e prendono il nome di categoria e tipologia, mentre i caratteri identificatori sono cinque e vengono definiti come carattere: funzionale, prestazionale, geometrico, dimensionale e materico. Ogni campo deve essere compilato secondo una serie di regole prestabilite.

Caratteri classificatori

La classificazione si rende necessaria per poter distinguere le entità all'interno di un insieme; tale operazione consiste nel raggruppare gli elementi all'interno di classi omogenee costruite in funzione di una comune proprietà. Le classi così ottenute possono, idealmente, essere suddivise infinite volte in sottoclassi.

I caratteri classificatori, oltre che per denominare, possono essere impiegati per svolgere una classificazione delle entità. Dopo una serie di analisi si è ritenuto sufficiente fare una scomposizione su due livelli delle entità appartenenti al mondo delle costruzioni

I caratteri classificatori possono essere definiti nel seguente modo:

- **Categoria:** attraverso questo campo viene effettuato il primo raggruppamento di soggetti, oggetti ed azioni; vengono qui raggruppati secondo caratteristiche funzionali omogenee in modo da ottenere famiglie riconoscibili.
- **Tipologia:** deve essere compilato in funzione del primo campo con informazioni relative alla natura dell'entità, che consentano di raggiungere un livello di dettaglio maggiore nella classificazione.

I lemmi necessari per la compilazione di questi due campi sono definiti a compilazione chiusa. Per determinare i lemmi si fa ricorso ad una tabella, presente all'interno degli allegati, da cui può essere scelto quello che va a costituire la categoria e successivamente, in funzione del primo quello che costituisce la tipologia.

Caratteri identificatori

Accanto ai caratteri classificatori se ne possono aggiungere altri cinque, che meglio descrivono altre proprietà specifiche dell'entità. La compilazione di tali campi può essere fatta attraverso lemmi a compilazione aperta purché vengano rispettate le seguenti regole generali:

- **Caratteri funzionali:** si riportano al suo interno informazioni che consentano di definire la funzione prevalente dell'entità che si sta considerando. Nel caso ci si riferisca ai prodotti deve essere riportata la normativa a cui si fa riferimento per ottenere la marcatura CE.
- **Caratteri prestazionali:** si riportano qui informazioni utili a definire la prestazione prevalente dell'entità. Con prestazione prevalente si intende quella che condiziona maggiormente le scelte progettuali verso una determinata direzione.

- Caratteri geometrici: si riportano informazioni di natura geometrica, quindi inerenti a forma e orientamento nello spazio che generalmente possono essere determinate a occhio nudo.
- Caratteri dimensionali: si riportano informazioni qualitative che mirano a evidenziare aspetti geometrici per mezzo di uno o più parametri misurabili;
- Caratteri materici: si riportano informazioni che indichino aspetti materici legati all'entità.

1.4.2.3 Allegati

Al corpo generale della norma vengono accostati dodici allegati, ognuno rappresentante un livello di uno dei sistemi ottenuti dalla scomposizione dell'opera. All'interno degli allegati si trovano le regole specifiche, attraverso cui è possibile compilare il sostantivo di denominazione.

Per i primi due campi viene proposta una tabella, che poi potrà essere implementata all'interno di server specifici. Occorrerà scegliere dapprima la categoria, ed in funzione di questa la tipologia.

Per i rimanenti campi la compilazione rimarrà aperta e per ogni categoria viene fornito il parametro, oppure i parametri, da usare per la denominazione.

1.4.3 Proposta di norma UNI 11337-3:2016⁷

La terza parte della norma UNI 11337:2016 fornisce i criteri per la descrizione dei prodotti da costruzione attraverso dei modelli strutturati per la raccolta, l'archiviazione e l'organizzazione delle informazioni tecniche in maniera conforme alle norme di prodotto, indipendentemente dalla presenza della marcatura CE.

⁷ A. Grassi – La classificazione e la denominazione nel mondo delle costruzioni. Linee guida per la nuova norma UNI 11337:2016 – parte 2.

I modelli per la raccolta delle informazioni sono organizzati in blocchi informativi di dati omogenei. I blocchi informativi, previsti dal modello, sono caratterizzati da voci principali declinate secondo un criterio di dettaglio maggiore a seconda che abbiano o meno la marcatura CE.

I blocchi informativi si riferiscono a:

- Informazioni identificative del fabbricante;
- Informazioni identificative del prodotto;
- Informazioni tecniche;
- Informazioni su imballaggio, movimentazione, immagazzinamento in stabilimento e trasporto;
- Informazioni commerciali;
- Informazioni tecniche aggiuntive;
- Documentazione complementare;
- Allegati;
- Informazioni sull'affidabilità dei dati.

Il blocco *documentazione complementare* contiene indicazioni su posa in opera/installazione, manutenzione e dismissione, e si divide in:

- Dossier-guida per la posa in opera/installazione, manutenzione e dismissione;
- Scheda tecnica dei componenti del prodotto.

1.4.3.1 Modello per i prodotti da costruzione recanti marcatura CE

Il modello per i prodotti con marcatura CE prevede la seguente struttura:

1. Informazioni identificative del fabbricante
 - 1.1. Denominazione
 - 1.2. Ragione sociale
 - 1.3. Codice Fiscale/P.IVA

- 1.4. Sito WEB
- 1.5. Sede legale
- 1.6. Stabilimento/i di produzione
- 1.7. Contatto
- 1.8. Certificazioni aziendali
- 2. Informazioni identificative del prodotto
 - 2.1. Denominazione, codice identificativo, categoria e tipologia secondo UNI 11337:2016
 - 2.2. Denominazione commerciale
 - 2.3. Codice CPV
 - 2.4. Dichiarazione di prestazione
 - 2.5. Altro/i codice/i interno/i attribuito/i dal fabbricante
 - 2.6. Specifica tecnica armonizzata (hEN-EAD) o ETA di riferimento
 - 2.6.1. Codice, numero e anno della specifica tecnica armonizzata o dell'ETA di riferimento
 - 2.6.2. Denominazione del prodotto da costruzione secondo specifica tecnica armonizzata o ETA di riferimento
 - 2.6.3. Classificazione del prodotto da costruzione secondo specifica tecnica armonizzata o ETA di riferimento
 - 2.6.4. Definizione (ove presente) secondo specifica tecnica armonizzata o ETA di riferimento
 - 2.6.5. Impiego previsto secondo specifica tecnica armonizzata o ETA di riferimento
 - 2.7. Descrizione da elenco prezzi
 - 2.8. Descrizione finalizzata al capitolato
 - 2.9. Parole chiave
 - 2.10. Sinonimi
- 3. Informazioni tecniche
 - 3.1. Caratteristiche morfologico-descrittive

- 3.1.1. Geometria e forma
- 3.1.2. Aspetto visivo e costruttivo
- 3.1.3. Dimensioni
- 3.1.4. Fisico-chimiche
 - 3.1.4.1. Qualitative
 - 3.1.4.2. Quantitative
- 3.1.5. Tolleranze
- 3.1.6. Principali componenti del prodotto
- 3.2. Caratteristiche prestazionali dichiarate
 - 3.2.1. Caratteristiche essenziali
 - 3.2.2. Caratteristiche volontarie
 - 3.2.3. Informazioni sulla sostenibilità in conformità alla UNI EN 15804
 - 3.2.4. Informazioni sulla sicurezza
- 4. Informazioni su imballaggio, movimentazione, immagazzinamento in stabilimento e trasporto
 - 4.1. Imballaggio
 - 4.2. Tipologia di movimentazione
 - 4.3. Modalità di immagazzinamento
 - 4.4. Modalità di trasporto
- 5. Informazioni commerciali
 - 5.1. Tempi medi di consegna
 - 5.2. Unità di misura commerciale
 - 5.3. Unità di misura progettuale
 - 5.4. Resa del prodotto
 - 5.5. Coperture assicurative
- 6. Informazioni tecniche aggiuntive
- 7. Documentazione complementare
 - 7.1. Dossier-guida per la posa in opera/installazione, manutenzione e dismissione

- 7.2. Scheda tecnica dei componenti del prodotto
- 8. Allegati
 - 8.1. Dichiarazioni, certificazioni e autorizzazioni
 - 8.1.1. Dichiarazione di prestazione (DoP)
 - 8.1.2. Certificazioni volontarie di prodotto diverse dalla marcatura CE
 - 8.1.3. Omologazioni
 - 8.2. Scheda di sicurezza (ove previsto)
 - 8.3. Allegati grafici e multimediali
 - 8.3.1. Fotografie, video, disegni, dettagli grafici, ecc.
- 9. Informazioni sull'affidabilità dei dati
 - 9.1. Data di realizzazione della scheda tecnica
 - 9.2. Identificativo del compilatore
 - 9.3. Data di revisione della scheda tecnica
 - 9.4. Identificativo del revisore

1.4.3.2 Modello per i prodotti da costruzione non recanti marcatura CE

Il modello per prodotti da costruzioni non recanti la marcatura CE è strutturato come segue:

- 1. Informazioni identificative del fabbricante
 - 1.1. Denominazione
 - 1.2. Ragione sociale
 - 1.3. Codice Fiscale/P.IVA
 - 1.4. Sito WEB
 - 1.5. Sede legale
 - 1.6. Stabilimento/i di produzione
 - 1.7. Contatto
 - 1.8. Certificazioni aziendali
- 2. Informazioni identificative del prodotto

- 2.1. Denominazione, codice identificativo, categoria e tipologia secondo UNI 11337:2016
- 2.2. Denominazione commerciale
- 2.3. Codice CPV
- 2.4. Altro/i codice/i interno/i attribuito/i dal fabbricante
- 2.5. Impiego previsto
- 2.6. Eventuale norma tecnica di riferimento o altri documenti tecnici
 - 2.6.1. Denominazione secondo specifica tecnica
 - 2.6.2. Classificazione secondo specifica tecnica
 - 2.6.3. Definizione (ove presente)
 - 2.6.4. Codice, numero, titolo e anno eventuale norma o documento tecnico
- 2.7. Descrizione da elenco prezzi
- 2.8. Descrizione finalizzata al capitolato
- 2.9. Parole chiave
- 2.10. Sinonimi
3. Informazioni tecniche
 - 3.1. Caratteristiche morfologico-descrittive
 - 3.1.1. Geometria e forma
 - 3.1.2. Aspetto visivo e costruttivo
 - 3.1.3. Dimensioni
 - 3.1.4. Fisico-chimiche
 - 3.1.4.1. Qualitative
 - 3.1.4.2. Quantitative
 - 3.1.5. Tolleranze
 - 3.1.6. Principali componenti del prodotto
 - 3.2. Caratteristiche prestazionali
 - 3.3. Informazioni sulla sostenibilità
 - 3.4. Informazioni sulla sicurezza

4. Informazioni su imballaggio, movimentazione, immagazzinamento in stabilimento e trasporto
 - 4.1. Imballaggio
 - 4.2. Tipologia di movimentazione
 - 4.3. Modalità di immagazzinamento
 - 4.4. Modalità di trasporto
5. Informazioni commerciali
 - 5.1. Tempi medi di consegna
 - 5.2. Unità di misura commerciale
 - 5.3. Unità di misura progettuale
 - 5.4. Resa del prodotto
 - 5.5. Coperture assicurative
6. Informazioni tecniche aggiuntive
7. Documentazione complementare
 - 7.1. Dossier-guida per la posa in opera/installazione, manutenzione e dismissione
 - 7.2. Schede tecniche dei componenti del prodotto
8. Allegati
 - 8.1. Dichiarazioni, certificazioni e autorizzazioni
 - 8.1.1. Certificazioni volontarie di prodotto
 - 8.1.2. Omologazioni
 - 8.2. Schede di sicurezza (ove previsto)
 - 8.3. Allegati grafici e multimediali
 - 8.3.1. Fotografie, video, disegni, dettagli grafici, ecc.
9. Informazioni sull'affidabilità dei dati
 - 9.1. Data di realizzazione della scheda tecnica
 - 9.2. Identificativo del compilatore
 - 9.3. Data di revisione della scheda tecnica
10. Identificativo del revisore

1.4.4 Proposta di norma UNI 11337-4:2016⁸

La parte 4 della norma UNI 11337:2016 si concentra sulla definizione dei livelli di dettaglio informativo, intesi come la classificazione dei contenuti informativi di un'opera generati lungo il processo informativo delle costruzioni, rendendo possibile la misurazione del contenuto del modello informativo, del modello grafico parametrico e del modello documentale relazionale. Basandosi sulla documentazione internazionale, in particolare ISO, PAS 1192-2 e AIA Document G202-2013, anche nel testo italiano della UNI 11337:2016 si prevede l'introduzione di un sistema di classificazione del contenuto informativo, con lo scopo di rendere misurabile e di conseguenza efficace la gestione dei contenuti informativi in un ambiente di lavoro collaborativo, bypassando il problema di interpretazione e soggettività che un ambiente di questo tipo può comportare. Si tratta, nello specifico, di 4 sistemi di classificazione basati sui livelli di dettaglio del contenuto informativo del modello a cui si riferiscono:

- Livello di Dettaglio (LOD)
- Livello di Informazione (LOI)
- Livello di Documento (LD)
- Livello di approfondimento del Modello informativo (LOM)

Il LOD e il LOI ci permettono di misurare rispettivamente l'ambito geometrico e non geometrico del contenuto informativo grafico del modello grafico parametrico.

L'LD ci permette di misurare sia l'ambito geometrico che non geometrico del contenuto informativo documentale del modello documentale relazionale.

Infine il LOM ci permette di misurare l'evoluzione del modello informativo durante il processo informativo delle costruzioni.

⁸ A. Crivelli – Livelli di dettaglio informativo nel processo delle costruzioni. Linee guida per la nuova norma UNI 11337:2016 – parte 4.

I primi due sistemi di classificazione e l'ultimo sono la trasposizione italiana del Level of Detail, Level of Information e Level of Definition della documentazione inglese.

In un contesto internazionale in cui gran parte del focus è orientato alla classificazione di quanto è specificatamente grafico e legato alla modellazione, si introduce il Livello di Documento che è di natura italiana: nasce dalla necessità di dover garantire una perfetta coordinazione del contenuto informativo documentale, che ad oggi non trova riscontro nella pratica lavorativa, ma che invece ha lo stesso livello di importanza del contenuto informativo grafico.

I livelli di dettaglio informativo italiani ruotano intorno al concetto di unicità del dato, ovvero quei dati e informazioni che costituiscono il contenuto informativo del modello informativo devono essere gli stessi sia che vengono espressi per mezzo del modello grafico parametrico che del modello documentale relazionale.

Da questo punto di vista la norma UNI 11337:2016 si pone all'avanguardia, consolidando concetti e pratica nel campo della gestione dei contenuti informativi legati alla grafica, con uno sguardo innovativo all'aspetto legato ai contenuti informativi documentali.

1.4.5 Proposta di norma UNI 11337-5:2016⁹

La parte 5 della definenda norma UNI 11337:2016 focalizza la propria attenzione sui flussi informativi digitali, intesi come le modalità attraverso le quali i contenuti informativi relativi a un'opera, a qualunque ambito essi appartengano, sono richiesti, prodotti, consegnati, validati e aggiornati nel corso dell'intero processo informativo delle costruzioni. Sulla scorta della PAS 1192-2:2013, della PAS 1192-3:2014 e in conformità al lavoro finora svolto in ambito internazionale

⁹ A. Reduzzi – Gestione digitale dei flussi informativi nel processo delle costruzioni. Linee guida per la nuova norma UNI 11337:2016 – parte 5.

al tavolo ISO, anche il testo italiano prevede l'introduzione di nuovi documenti contrattuali con lo scopo di regolamentare la produzione e la gestione dei contenuti informativi e favorire, in questo modo, la creazione di un ambiente di lavoro collaborativo. Si tratta, nello specifico, di tre Elaborati Documentali:

- Il Capitolato Informativo (CI), all'interno del quale il Committente specifica i propri requisiti riguardanti la produzione, la gestione e la consegna dei contenuti informativi richiesti;
- L'Offerta per la Gestione Informativa (oGI), attraverso cui l'Esecutore propone le proprie modalità per la produzione, la gestione e la consegna dei contenuti informativi, dimostrando la capacità di soddisfare i requisiti contenuti nel CI;
- Il Piano per la Gestione Informativa (pGI), in cui l'Esecutore incaricato dell'intervento definisce nel dettaglio, revisiona (se necessario in collaborazione con il Committente) e convalida la propria oGI.

Questi tre documenti, con i dovuti distinguo, corrispondono rispettivamente all'*Employer's Information Requirements* (EIR), al *BIM Execution Plan* (BEP) *pre-contract* e al *BIM Execution Plan* (BEP) *post-contract*.

In accordo con i principi che caratterizzano il BIM Livello 2 britannico, anche la norma italiana scompone il Modello Informativo dell'Opera in una pluralità di Modelli Informativi Disciplinari, che hanno per oggetto singoli aspetti di differenti settori scientifici e professionali di un'opera e sono sviluppati più o meno contestualmente da diversi soggetti. A titolo d'esempio, tra i vari Modelli Informativi Disciplinari è possibile individuare: il Modello Informativo territoriale; il Modello Informativo architettonico; il Modello Informativo strutturale; il Modello Informativo impiantistico; il Modello Informativo operativo; il Modello Informativo della sicurezza; etc..

In riferimento alla gestione dei vari modelli, la nuova norma UNI affronta il tema della coordinazione dei contenuti informativi e propone alcuni esempi esplicativi relativi alla procedura di determinazione e risoluzione delle incoerenze, qui intesa in un'accezione più ampia rispetto ai concetti di *model checking* (incoerenze di tipo spaziale in un modello – di I livello), di *clash detection* (incoerenze di tipo spaziale tra due o più modelli – di II livello) e di *code checking* (incoerenze di tipo normativo all'interno di uno o più modelli). Questa procedura, infatti, deve permettere di individuare e risolvere qualsiasi tipologia di incoerenza, sia essa di tipo spaziale, dimensionale, materica, normativa, etc.

L'integrazione tra le varie discipline che concorrono alla definizione di un'opera e il coordinamento delle scelte di ogni singolo soggetto che interviene durante l'intero processo sono alla base del *collaborative working*, indispensabile per garantire l'efficacia e l'efficienza del processo stesso. Allo scopo di poter condividere e scambiare agevolmente i contenuti informativi, la UNI 11337-5 introduce l'Ambiente Condiviso di Raccolta e Gestione dei Dati (ACD), analogo al *Common Data Environment* (CDE) previsto dalle PAS, vale a dire un contenitore digitale di tutti i contenuti informativi del processo, accessibile da ogni soggetto autorizzato e gestito secondo regole prestabilite.

La gestione digitale del processo delle costruzioni richiede la definizione di nuovi ruoli e responsabilità e, di conseguenza, rende necessaria l'introduzione di nuove figure professionali. La norma italiana, a tale proposito, definisce tre nuovi ruoli, operando una netta semplificazione rispetto alle mansioni previste dalle normative inglesi. Le nuove figure professionali introdotte dalla UNI 11337-5 sono:

- Il Gestore dell'Informazione;
- Il Coordinatore dell'Informazione;
- Il Modellatore dell'Informazione.

Le sopracitate figure devono essere previste da qualsiasi organizzazione produca informazioni e, in funzione della complessità dell'opera, esse possono essere ricoperte da un solo soggetto o da più soggetti distinti.

2 Standard Proposal UNI 11337:2016

– Gestione digitale dei processi informativi delle costruzioni

2.1 Introduction

The diffusion of the Building Information Modelling, which is widely interesting the world of constructions at an international level, has endured in Europe a tremendous acceleration. That was due to the fact that the United Kingdom, through the release of the *Government Construction Strategy* (2011), since 2016 made mandatory the use of this method in all the projects financed with public funds. Following the English model, The European Commission intervened on the former Directive 2004/18/CE regarding the public contracts, introducing explicit links to the digital world and to the BIM methodology. Several European northern countries (among which Denmark, Finland, Norway and Netherlands) are dealing with these issues for some time now, and in France and Germany the governments have recently established governments groups in order to give an incentive to the use of the BIM methodology in the building field. On the contrary, Italy still seems undecided on the path to follow, and it's also in late regarding the definition of a national industrial policy towards the unification. Nevertheless, there are several voluntary initiatives “from the bottom”, promoted by the construction industry and by other organizations in charge of that purpose, directed to the introduction of the BIM methodology in the field of the built environment.

While the International and Community Labour tables (ISO e CEN) are working for the definition of a regulatory framework to accompany local legislations, Italy has readily undertaken the same path: at the Ente Nazionale Italiano di Unificazione (UNI) the work group UNI/CT 033/GL 05 “Codificazione dei prodotti e dei processi costruttivi in edilizia”, coordinated by the professor Alberto Pavan of the Politecnico of Milan, is currently reprocessing the original reference standard – UNI 11337:2009¹⁰ – with the goal of regulate the utilization of the BIM, in an international context, in order to proceed toward an effective application of this methodology, which include all the leading actors of the construction sector, from the purchaser until the last subcontractor of the supply chain.

2.2 The European Standard

As stated by the prof. Alberto Pavan in one article on the UNI website¹¹, a CEN (*European Committee for Standardization*) working group is currently working on the BIM topic, that is CEN/BT/WG 215 “Building Information Modelling”, promoted and coordinated by Norway. Today several countries adhere to the table: Austria, Belgium, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, United Kingdom, Italy, Netherlands, Portugal, Czech Republic, Spain and Sweden. The four experts representing Italy are: Alberto Pavan (Politecnico of Milan), Filippo Romano (Autorità Nazionale Anticorruzione – ANAC), Fulvio Re Cecconi (Associazione Nazionale Costruttori Edili – ANCE) and Paolo Odorizzi (Harpaceas S.r.l.).

The European work group is still at an early stage of its own regulatory pathway that also includes the implementation of three ISO standards:

¹⁰ UNI 11337:2009 – Edilizia e opera di ingegneria civile – Criteri di codificazione di opere e prodotti da costruzione, attività e risorse – Identificazione, descrizione e interoperabilità

¹¹ A. Pavan - “Rivoluzione” BIM anche nella normazione tecnica – UNI, 2015

- ISO 29481-1:2010 – Building Information Modelling – Information delivery manual – Part 1: Methodology and format;
- ISO 29481-2:2012 – Building Information Modelling – Information delivery manual – Part 2: Interaction framework;
- ISO 16739:2013 – Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries;
- ISO 12006-2:2015 – Building construction – Organization of information about construction works – Part 2: Framework for classification;
- ISO 12006-3:2007 – Building construction – Organization of information about construction works – Part 3: Framework for object-oriented information.

Besides the table will also pay considerable attention to the harmonization of the classification tables and the properties of construction products, at a European level.

The end of the works is expected by the end of the year 2016, and the release of the corresponding standards in 2017.

2.3 The International Standard

The ISO (*International Organization for Standardization*) is currently working on the BIM topic. In particular the work group ISO/TC 59/SC 13/WG 13 “Information Management”, promoted and coordinate by the United Kingdom. Today the countries that adhere to the table are: Australia, Austria, Germany, Japan, United Kingdom, Italy, Norway, Netherlands and USA. The two experts who represent Italy are Alberto Pavan e Angelo Luigi Camillo Ciribini (University of Brescia).

A wide range of ISO standards regarding the Building Information Modelling already exists, among them:

- ISO STEP 10303 – Standard for the Exchange of Product model data;
- ISO 12006-2:2015 – Building construction – Organization of information about construction works – Part 2: Framework for classification;
- ISO 12006-3:2007 – Building construction – Organization of information about construction works – Part 3: Framework for object-oriented information.
- ISO 16354:2013 – Guidelines for knowledge libraries and object libraries;
- ISO 16739:2013 – Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries;
- ISO 16757-1:2015 – Data structures for electronic product catalogues for building services – Part 1: Concepts, architecture and model;
- ISO/DIS 16757-2:2014 – Data structures for electronic product catalogues for building services – Part 2: Geometry;
- ISO 29481-1:2010 – Building Information Modelling – Information delivery manual – Part 1: Methodology and format;
- ISO 29481-2:2012 – Building Information Modelling – Information delivery manual – Part 2: Interaction framework;
- ISO 12911:2012 – Framework for building information modelling (BIM) guidance.

The supporting structure of the ISO norm takes roots from two recent English normative proposals: PAS 1192-2:2013¹² and PAS 1192-3:2014¹³. These two texts, sponsored by the *Construction Industry Council (CIC)* and published under the license of *The British Standard Institution*, illustrate the modalities of production and delivery of information regarding an asset, both of construction and of infrastructure engineering, through the Level 2 BIM methodology,

¹² PAS 1192-2:2013 – Specification for information management for the capital/delivery phase of construction project using building information modelling

¹³ PAS 1192-3:2014 – Specification for information management for the operational phase of assets using building information modelling

respectively in the design and construction phases and in the management and maintenance ones of the good.

The new standard will take name after the ISO 19650 “Information management using building information modelling” and four parts will compose it:

- Part 1 – Concepts and Principles;
- Part 2 – Delivery phase of the assets;
- Part 3 – Operational phase of assets;
- Part 4 – Server based systems.

The end of the works is expected by the end of the year 2015, a period of sharing and consolidation of the text that will include the time of the year 2016 and the release of the first two parts of the standard by the end of the first quarter of the year 2017.

2.4 The Italian Framework

At national level in UNI, the work group UNI/CT 033/GL 05 “Codificazione dei prodotti e dei processi costruttivi in edilizia”, coordinated by prof. Alberto Pavan, senior partner of BAEC and professor at Politecnico in Milan, is currently working on the BIM topic. The main stakeholders of the construction industry in Italy participate at the table, in particular: for the public administration, the Autorità Nazionale Anticorruzione (ANAC), the Provveditorato Interregionale for the Public Works Lombardia-Liguria and Regione Lombardia; for the research area, the Politecnico of Milan, the Politecnico of Torino and the Construction Technology Institute – National Research Council (ITC-CNR); for the enterprises, the Associazione Nazionale Costruttori Edili (ANCE), Salini Impregilo, Cmb, Permasteelisa e Manens-Tifs; for the industry, Federlegno, Unione Nazionale delle Industrie delle Costruzioni Metalliche dell’Involucro e dei serramenti (UNICMI), Associazione Nazionale degli Industriali dei Laterizi

(ANDIL), Associazione Nazionale Industrie Manufatti Cementizi (Assobeton) and the Federazione Industrie Prodotti Impianti Servizi ed Opere Specialistiche per le Costruzioni (Finco); for the high level employer, the Lega Nazionale delle Cooperative e Mutue (Legacoop) and Aspesi; for the agencies, Agenzia CasaClima and the Camera di Commercio of Milano; for the informatics, Autodesk, One-Team, Harpaceas, Bentley and Nemetschek; for the professions, the National Council of Engineers and Architects, Arup, Watson, Farley & Williams and Conteco.

The work group UNI is currently reprocess the original reference standard, the standard UNI 11337:2009, for which from the start was planned the drafting of a dedicated specific technic that would regulate the use of the BIM at a national level.

The new standard, which will be first published as a specific technic for a preventive verification on the market, will be composed by five parts:

- Parte 1, Contenuto informativo, prodotto, processo e modello;
- Parte 2, Criteri di denominazione e classificazione;
- Parte 3, Modelli di raccolta, organizzazione e archiviazione dell'informazione tecnica per i prodotti da costruzione;
- Parte 4, Livelli di dettaglio informativo;
- Parte 5, Gestione dei flussi informativi nelle fasi di progettazione, di costruzione e di manutenzione e gestione.

The end of the works is expected by the end of the year 2015 and the release of the different parts of the standard between 2015 and 2016.

2.4.1 Standard Proposal UNI 11337-1:2016

The quality of an asset, both for construction and for civil engineering (infrastructures), can't prescind from the production modes and from the

management of the information content that define it in its multiple aspects. These information contents are requested, produced, exchanged, used and updated through the entire cycle life of the asset, from its ideation until its disposal or reconversion.

The supply chain of the constructions has always been and will be even more in the future, characterized by an intense production of information contents, strictly interconnected among them, but regarding different disciplines and knowledge. Today this heterogeneous amount of data can be handled in a more efficient and effective way, even in this industry, through a substantial introduction of the informatics and digital technologies, as already happens in all the other productive and services industries.

Therefore the production of information contents during the entire construction process requires an informed approach, agreed by all the actors of the supply chain, which assures form identity and predetermined qualitative standards, so that the information be readable and communicable in the structure, unique and complete in the content in order for them to be easily and promptly available and usable by anyone who needs them, without errors or defects of subjectivity in their interpretation.

The standard UNI 11337:2016 - parte 1, applicable to any typology of intervention and asset, concerns the general aspects of the digital management of the construction information process, which are:

- The maturity of the digital management of the information process;
- Conveyance, nature, composition and clarification, areas of interest, states of development and states of approval of the information content;
- Structure of the information process of the constructions;
- Information composition of the product and process.

2.4.1.1 Maturity of the digital management of the information process

Today the management of the construction information processes occurs in a mixed modality through the use of both structured and electronically re-processable, as for the parametric graphic models; and also non-structured and non-electronically re-processable, as for the paper documents or digitalized in non-modifiable format.

Consequently also the conservation and the management of the information contents assume different approach modalities and typologies, making hard their classification, availability, consultation and eventual use and modification or reworking.

In order to have an effective and efficient information management of the construction process, which increments its quality limiting the costs, the timing and the possibility of errors, in the first part of the standard UNI 11337:2016 are defined the different levels of digital information maturity, which starting from the vector drawing CAD they are headed towards the use of structured information contents, electronically re-processable relational.

In the part 1 of the standard are defined the following digital information maturity levels of the construction industry:

- Level “0”, primitive;
- Level “1”, minimal;
- Level “2”, basic;
- Level “3”, advanced;
- Level “4”, optimal.

The main objective of the digital management maturity of the information process analysis is, besides indicating an evolutive path to follow in order to pass from the traditional management to the implementation of the optimal level of the digital management of the construction information processes, the one of

highlight the logic inversion instead of the process traditional management. In the traditional management, indeed, the project is the sum of graphic scripts often incoherent to each other, instead in the digital management described in the standard, the information model is the unique source of process data and information, and the documents and the tables are directly extrapolated from it.

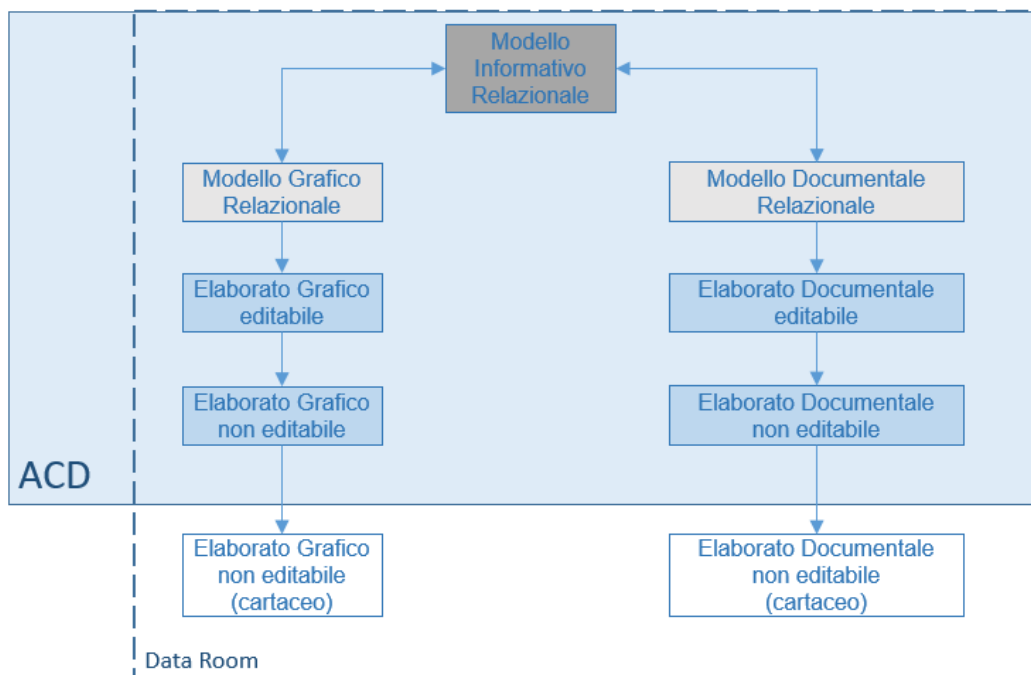


Figura 6 - Optimal level of maturity of the digital management (elaborazione dell'autore)

2.4.1.2 Information content

The central role of the digital management of the construction information process is attributed to the information content. To better understand the whole management system of the information process, and the following standard parts, the general aspect of the information content have been discussed, such as its conveyance, its nature, its composition and clarification and its status of development and approval.

In connection to its conveyance, the information content is subdivided depending on the transmission modality, the type of support and the format of computer utilized language. The information contents can be transmitted in an oral way or by writing. The information contents transmitted by writing can be collected through two support typologies, the digital or the paper one. The information contents written on digital support can be expressed by two computer language formats, the proprietary type and the open one. For the purpose of the standard UNI 11337:2016 the information contents transmitted by writing on digital support, and expressed by the computer open language format, are favoured.

The single information contents can be either of a structured or non-structured nature and electronically re-re-processable or non-electronically re-processable. Once the information contents are correlated to each other, they can be relational or non-relational. For the purpose of the standard UNI 11337:2016 the structured, electronically re-processable and relational information contents are favoured.

The information content of the construction process is composed of geometrical and non-geometrical data and information, which are presented through vehicles for their representation and management of graphic or documental nature. The graphic information vehicles handle primarily the geometric information contents and, partially, the non-geometric ones. The documental information vehicles handle primarily the non-geometrical information contents and, partially, the geometrical ones.

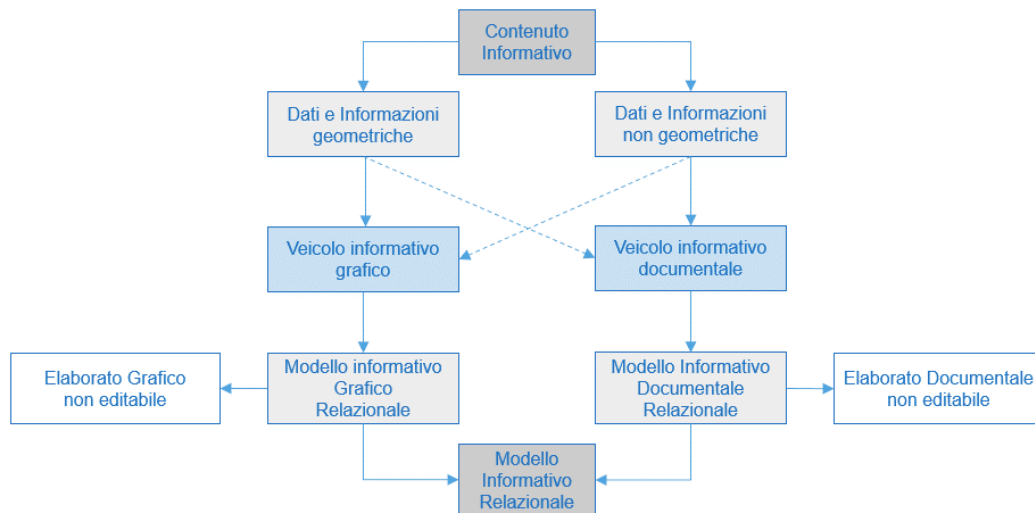


Figura 7 - Information vehicles scheme (elaborazione dell'autore)

The product and process information contents can regard several information fields, such as:

- Identifying;
- Environmental;
- Technical;
- Economical;
- Programmatic;
- Legal/administrative;
- Informatics.

For each field, should be given the six essential information, required to define it:

- Involved Subjects;
- Object;
- Quantity;
- Timing;
- Quality;

- Location.

In order to guarantee an aware utilization of data and information among the several interested subjects in the construction process, there is the definition of the development and the approval status of the information content. The development status defines the degree of processing of the information content. The approval status defines the reliability degree of the information content. The introduction of these two states is pivotal in the information flow management, topic discussed in the standard UNI 11337:2016 - parte 5.

The development states of the information content are:

- S1: in the request phase;
- S2: in the elaboration/update phase;
- S3: shared;
- S4: published;
- S5: overcome.

The approval states of the information content are:

- A1: to approve;
- A2: approved;
- A3: approved with comment;
- A4: not approved.

2.4.1.3 *Structure of the construction information process*

The construction informative process is the structured sequence of stages and phases that concern the production and the management of the information contents regarding the entire life cycle of an asset, from the expression of the customer needs until their satisfaction, through the sequence of strategic planning, design, production and commissioning of the asset itself.

The construction information process is cyclic. At the end of the service life of the asset or if its functional requirements are no longer requested, the process provides the return to the initial phase of the strategic planning, when it's settled the more appropriate typology of intervention to answer to the new customer needs, such as the artefact demolition and the return to the ground, or the demolition and rebuilding of a new artefact, or the reconversion of the existing artefact in something else.

The construction information process can be summarized in a hierarchical structure made of four stages, which are subdivided in eight phases, as illustrated in the following scheme:

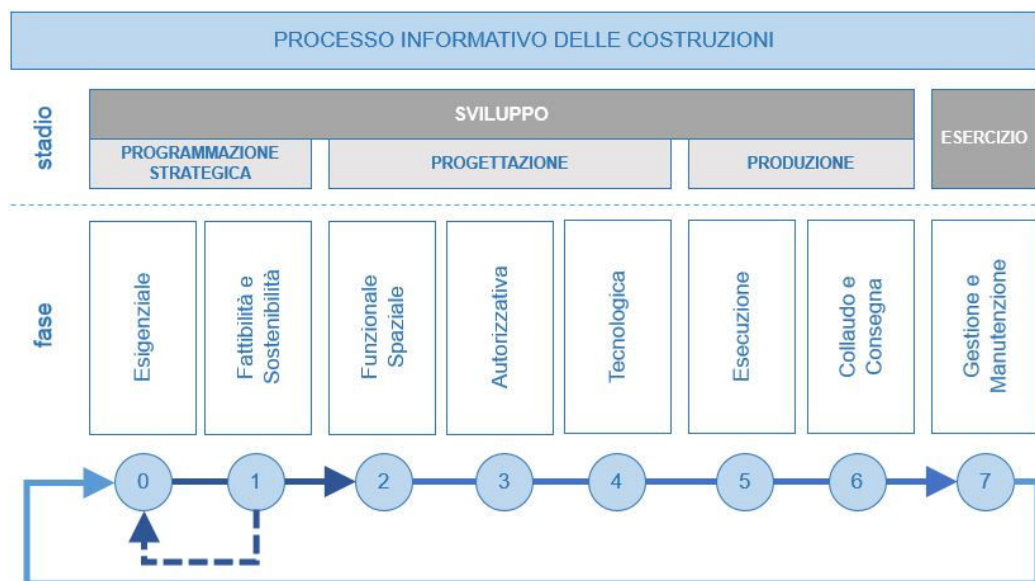


Figura 8 - Structure of the construction information process (elaborazione dell'autore)

2.4.1.4 Information breakdown of the asset

The information process related to an asset of the construction industry interests both the intangible aspects of procedural or spatial nature, and the tangible ones

related to the resulting product (building or infrastructure) and to the context where it's settled.

For the purpose of the digital management of the construction information it has been designed the information breakdown of the asset in information systems and blocks.



Figura 9 - Structure of the information breakdown of the asset (elaborazione dell'autore)

Besides the information breakdown is pivotal in order to have a standardization in the denomination and classification of all the entities in the construction industry, explained in the standard UNI 11337:2016 - part 2, and of the creation of collection, organization and archiving models of the technical information for the construction products, explained in the standard UNI 11337:2016 - part 3.

2.4.2 Standard proposal UNI 11337-2:2016¹⁴

2.4.2.1 *Scope*

The standard UNI 11337:2016 parte 2 was designed to provide the criteria through which identifying, classifying and denominating:

- Assets, meant as both buildings and civil engineering projects;
- Activities, in terms of processing and delivery services;
- Resources, in terms of workforce, equipment and products.

2.4.2.2 *Denomination*

To be able to univocally identifying the entities belonging to the construction supply chain, they have to be called with a name, which due to its nature be unique. Such name is defined *substantive of denomination*.

The substantive of denomination has to be attributed to all the objects, the subjects and the actions belonging to the construction supply chain, independently from the logic by which the asset has been broken down and by the reached level of disarticulation. The substantive of denomination is composed of different parts, named *fields*.

Such fields have to be filled in using headwords, each of which describes an aspect or a property.

The fields can be grouped together, depending on their characteristics, in two collections: the *classifier characters* and the *identifier characters*; through the first ones it's possible to identify the discussed family of entities, through the second ones, instead, are provided several specific properties that makes it unique.

¹⁴ A. Grassi – La classificazione e la denominazione nel mondo delle costruzioni. Linee guida per la nuova norma UNI 11337:2016 – parte 2.

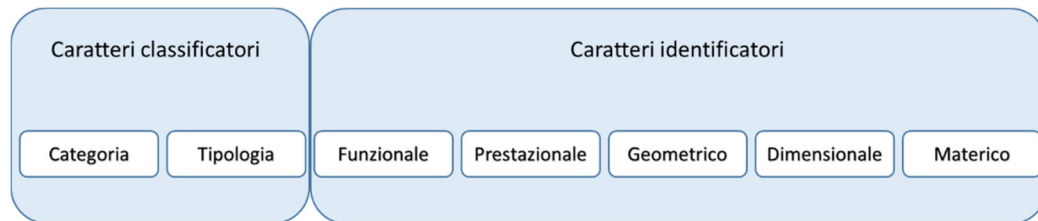


Figura 10 - Denomination structure (A. Grassi – La classificazione e la denominazione nel mondo delle costruzioni. Linee guida per la nuova norma UNI 11337:2016 – parte 2.)

The fields belonging to the classifier characters are two, and they are named after the category and the typology, while the identifier characters are five and they are defined as character: functional, performance, geometrical, dimensional and material. Each field has to be filled according to a set of predetermined rules.

Classifier characters

The classification is necessary to be able to distinguish the entities within an ensemble; such operation consists in gathering the elements within homogeneous classes built in function of a common property. The so obtained classes can be, ideally, subdivided infinity times in subclasses.

The classifier characters, besides denominating, can be used to perform an entities classification. After several analyses it was considered satisfying making a breakdown on two levels of the entities belonging to the construction world.

The classifier characters can be defined in the following way:

- Category: due to this field it's performed the first clustering of subjects, objects and actions; they are grouped in accordance with homogeneous functional characteristics, so as to obtain identifiable families.
- Typology: it has to be filled in accordance with the first field with information concerning the entity nature, which allow reaching a higher detailed level in the classification.

The necessary headwords for the compilation of these two fields are defined of closed compilation. To determine the headwords it's utilized a table, inside the attachments, from which it can be chosen the one that will compose the category and afterwards, depending on the first one, what will compose the typology.

Identifier characters

Beside the classifier characters, other five can be added, which better describe other specific properties of the entity. The filling of such fields can be made through open compilation headwords, provided that the following general rules are respected:

- Functional characters: here are given information allowing defining the main function of the entity in consideration. In case it was referred to products, the normative to which they are referred to has to be reported, in order for them to obtain the marking CE;
- Performance characters: here is reported information useful to define the prevalent performance of the entity. The term “prevalent performance”, means the entity that affects the most the project choices towards a given direction;
- Geometrical characters: here are reported information of shape and orientation in space, which generally can be determined by a naked eye;
- Dimensional characters: here there are reported qualitative information which aim to highlight geometrical aspects through one or more measurable parameters;
- Material characters: here are reported information indicating material aspects linked to the entity.

2.4.2.3 Attachments

Twelve attachments are drawn near to the general body of the standard, each one of them represent a level of one of the obtained systems obtained from the asset

breakdown. Within the attachments, there are the specific rules, though which it's possible to fill the substantive of denomination.

For the first two fields it proposed a table, which afterwards could be implemented within the specific servers. It will be necessary to choose first the category, and the relative typology depending on that.

For the rest of the fields the compilation will remain open and for each category it will be provide the parameter, or the parameters, to use for the denomination.

2.4.3 Standard Proposal UNI 11337-3:2016¹⁵

The third part of the standard UNI 11337:2016 provides the criteria for the description of the construction products by using structured models in order to collect, archive and organize technic information in compliance with the product norms, independently from the presence of the marking CE.

The models for the collection of the information are organized in information blocks of homogeneous data. The information blocks expected by the model, are characterized by the main classes declined according to a criterion of detail, which is greater if they have the marking CE.

The information blocks are referred to:

- Identifying information of the manufacturer;
- Identifying information of the product;
- Technical details;
- Information on the packaging, handling, storage in the factory and transportation;
- Commercial details;
- Technical additional information;

¹⁵ A. Grassi – La classificazione e la denominazione nel mondo delle costruzioni. Linee guida per la nuova norma UNI 11337:2016 – parte 2.

- Complementary documentations;
- Attachments;
- Information on data reliability.

The *complementary documentation* block contains indications on the putting in motion/installation, maintenance and disposal, and it's divided in:

- Guide-Dossier for the put in motion of the asset/installation, maintenance and disposal;
- Technical sheet of the product components.

2.4.3.1 Model for the construction products having the CE marking

The model for the construction products having the CE marking provide the following structure:

1. Identifying information of the manufacturer
 - 1.1. Denomination
 - 1.2. Company name
 - 1.3. Tax Identification Number/P.IVA
 - 1.4. WEB site
 - 1.5. Registered office
 - 1.6. Establishment/s of production
 - 1.7. Contact
 - 1.8. Company certifications
2. Identifying information of the product
 - 2.1. Denomination, identifying code, category and typology according to UNI 11337:2016
 - 2.2. Trade name
 - 2.3. Code CPV
 - 2.4. Performance declaration
 - 2.5. Other/s code/s the inside/ the attributed / from the manufacturer

- 2.6. Harmonized technical specification (hEN-EAD) or ETA reference
 - 2.6.1. Code, number and year of the harmonized technical specification or ETA reference
 - 2.6.2. Designation of the construction product according to the harmonized technical specification or ETA reference
 - 2.6.3. Classification of the construction product according to harmonized technical specification or ETA reference
 - 2.6.4. Definition (if any) according to the harmonized technical specification or ETA reference
 - 2.6.5. Expected use according to the harmonized technical specification or ETA reference
- 2.7. Description from list prices
- 2.8. Description finalized
- 2.9. Key Words
- 2.10. Synonyms
- 3. Technical Information
 - 3.1. Morphological-descriptive characteristics
 - 3.1.1. Geometry and shape
 - 3.1.2. Visual and constructive appearance
 - 3.1.3. Dimensions
 - 3.1.4. Physicochemical
 - 3.1.4.1. Qualitative
 - 3.1.4.2. Quantitative
 - 3.1.5. Tolerances
 - 3.1.6. Main components of the product
 - 3.2. Stated performance characteristics
 - 3.2.1. Essential characteristics
 - 3.2.2. Voluntary characteristics
 - 3.2.3. Information on sustainability in accordance with UNI EN 15804

3.2.4. Security Information

4. Information on the packaging, handling, storage and transport facility
 - 4.1. Packaging
 - 4.2. Type of movement
 - 4.3. Storage conditions
 - 4.4. Transportation modality
5. Commercial Information
 - 5.1. Average delivery timing
 - 5.2. Units of trade measure
 - 5.3. Units di project measure
 - 5.4. Product yield
 - 5.5. Insurance
6. Additional technical Information
7. Supplementary documents
 - 7.1. Dossier-guide for the installation, maintenance and disposal
 - 7.2. Technical datasheet of the product components
8. Attachments
 - 8.1. Statements, certifications and authorizations
 - 8.1.1. Declaration of Performance (DoP)
 - 8.1.2. Voluntary product certification other than CE marking
 - 8.1.3. Homologations
 - 8.2. Safety Data Sheet (if applicable)
 - 8.3. Graphic and multimedia attachments
 - 8.3.1. Photographs, videos, drawings, graphic details, etc.
9. Information on data reliability
 - 9.1. Data of implementation of the technical datasheet
 - 9.2. ID compiler
 - 9.3. Audit data of the datasheet
 - 9.4. Identification of the auditor

2.4.3.2 Model for the construction products not having the CE marking

The model for the construction products, not having the CE marking, is structured as followed:

1. Identifying information of the manufacturer
 - 1.1. Denomination
 - 1.2. Company name
 - 1.3. Tax Identification Number/P.IVA
 - 1.4. WEB site
 - 1.5. Registered office
 - 1.6. Establishment/s of production
 - 1.7. Contact
 - 1.8. Company certifications
2. Identifying information of the product
 - 2.1. Denomination, identifying code, category and typology according to UNI 11337:2016
 - 2.2. Trade name
 - 2.3. Code CPV
 - 2.4. Other/s code/s the inside/ the attributed / from the manufacturer
 - 2.5. Expected commitment
 - 2.6. Eventual technical standard of reference or other technical documents
 - 2.6.1. Names according to a specific technique
 - 2.6.2. Classification according to a specific technique
 - 2.6.3. Definition (if any)
 - 2.6.4. Code, number, title and year
 - 2.6.5. Eventual standard or technical document
 - 2.7. Description from pricing list
 - 2.8. Description finalized to the specifications
 - 2.9. Key words

- 2.10. Synonyms
- 3. Technical Information
 - 3.1. Morphological-descriptive characteristics
 - 3.1.1. Geometry and shape
 - 3.1.2. Visual and constructive appearance
 - 3.1.3. Dimensions
 - 3.1.4. Physicochemical
 - 3.1.4.1. Qualitative
 - 3.1.4.2. Quantitative
 - 3.1.5. Tolerances
 - 3.1.6. Main components of the product
 - 3.2. Performance characteristics
 - 3.3. Sustainability Information
 - 3.4. Security Information
- 4. Information on the packaging, handling, storage and transport facility
 - 4.1. Packaging
 - 4.2. Type of movement
 - 4.3. Storage conditions
 - 4.4. Transportation modality
- 5. Commercial Information
 - 5.1. Average delivery timing
 - 5.2. Units of trade measure
 - 5.3. Units di project measure
 - 5.4. Product yield
 - 5.5. Insurance
- 6. Additional technical Information
- 7. Supplementary documents
 - 7.1. Dossier-guide for the installation, maintenance and disposal
 - 7.2. Technical datasheet of the product components

- 8. Attachments
 - 8.1. Statements, certifications and authorizations
 - 8.1.1. Declaration of Performance (DoP)
 - 8.1.2. Voluntary product certification other than CE marking
 - 8.1.3. Homologations
 - 8.2. Safety Data Sheet (if applicable)
 - 8.3. Graphic and multimedia attachments
 - 8.3.1. Photographs, videos, drawings, graphic details, etc.
- 9. Information on data reliability
 - 9.1. Data of implementation of the technical datasheet
 - 9.2. ID compiler
 - 9.3. Audit data of the datasheet
- 10. Identification of the auditor

2.4.4 Standard Proposal UNI 11337-4:2016¹⁶

The part 4 of the Standard UNI 11337:2016 focuses on the definition of the level of information detail, intended as the classification of the information contents of an asset, generated through the information process of construction, making possible the measuring of the content of the information model, of the graphic parametric model and the documental relational model. Relying mostly on the international documentation, in particular ISO, PAS 1192-2 and AIA Document G202-2013, also in the Italian text of the UNI 11337:2016 it's planned to introduce a classification system of the information contents, in order to make the management of the information contents, more measurable and consequently more effective, in a collaborative workplace, bypassing the interpretative and subjective issue that this type of environment could easily create. Specifically, it

¹⁶ A. Crivelli – Livelli di dettaglio informativo nel processo delle costruzioni. Linee guida per la nuova norma UNI 11337:2016 – parte 4.

describes, 4 classification systems based on levels of detail of the information content of the model they refer to:

- Level of Detail (LOD)
- Level of information (LOI)
- Level of Document (LD)
- Level of Study of the Information Model (LOM)

LOD and LOI allow us to measure respectively the geometric and non-geometric ambit of the information graphic content of the parametric graphic model.

The LD allows us to measure both the geometric ambit and the non-geometric one of the documental information content of the documental relational model.

In the end LOM allows us to measure the evolution of the information model during the construction information process.

The first two classification systems and the last one are the Italian transposition of the Level of Detail, Level of Information and the Level of Definition of the English documentation.

In an international context where the majority of the focus is oriented towards the classification of what is specifically graphic and linked to the modeling, it has been introduced a Level of Document that has Italian roots: it has been created for the necessity of ensuring a perfect coordination of the information documental content, which today is not reflected in the work practice, although its importance as much as the information graphic content is.

The Italian information detail levels regard the concept of the uniqueness of the data, or in other words those data and information that compose the information content of the information model have to be the same one in any case expressed by the graphic parametric model or by the relational documental one.

From this point of view the standard UNI 11337:2016 is quite forefront, consolidating concepts and experiences in the field of the management of the information contents linked to the graphic, through an innovative prospective linked to the information documental contents.

2.4.5 Standard proposal UNI 11337-5:2016¹⁷

The fifth part of the Standard UNI 11337:2016 focuses the attention on the digital information flows, meant as the modalities through that the information contents related to an asset, regardless the ambit they belonged to, they are, asked, produced, delivered, validated and updated through the course of the entire construction information process. Following the footsteps of the PAS 1192-2:2013, of the PAS 1192-3:2014 and in compliance with the work achieved to far internationally at the ISO table, also the Italian text expects the introduction of new contractual documents in order to regulate the production and the management of the information contents and encourage, in this way, the creation of a collaborative workplace. It regards, specifically, three Documental Scripts:

- The Information Specification (CI), in which the Customer specifies its own requirements regarding the production, the management, and the delivery of the information contents requested;
- The offer for the Information Management (oGI), through who the Executor proposes its own modality for the production, the management and the delivery of the information contents, showing the capability of satisfying the requirements contained in the CI;
- The Plan for the Information Management (pGI), in which the Executor in charge of the intervention defines the details, supervises (if necessary in collaboration with the Customer) e validates its own oGI.

¹⁷ A. Reduzzi – Gestione digitale dei flussi informativi nel processo delle costruzioni. Linee guida per la nuova norma UNI 11337:2016 – parte 5.

These three documents distinguish; correspond respectively to the *Employer's Information Requirements* (EIR), to the *BIM Execution Plan* (BEP) *pre-contract* and to the *BIM Execution Plan* (BEP) *post-contract*.

In accordance to the principles that characterized the British BIM Level 2, also the Italian standard break down the Information Model of an Asset in a plurality of Information Disciplinary Models, which have for object single aspects of different scientific and professional sectors of an asset and they are developed more or less contextually by different subjects. For instance, among the several Disciplinary Information Models is possible to identify: the Information territorial Model; the architectural Information Model; the structural Information Model; the plant engineering Information Model; the operative Information Model; the security Information Model; etc.

Referring to the management of the several models, the new UNI standard UNI deals with the topic of the information content coordination and propose few explicative examples regarding the procedure of the determination and resolution of the incoherencies, here intended as an agreement in a larger meaning compared to the concepts of *model checking* (spatial type incoherencies in a model – of I level), of *clash detection* (spatial type incoherencies between two or more models – of II level) and of *code checking* (normative type incoherencies within one or more models). This procedure, indeed, has to allow, detect and solve any kind of incoherence of spatial, dimensional, material, normative, etc.

The integration among the several disciplines that contribute to the definition of an asset and the coordination of the choices of each single subject that intervene during the entire process are the basis of the *collaborative working*, essential for guaranteeing the efficiency and effectiveness of the process itself. In order to be able to easily share and exchange the information contents, the standard UNI 11337-5 introduce the Shared Environment of the Collection and Management of

Data (ACD), similar to the *Common Data Environment* (CDE) planned by the PAS, in other words a digital container of all the information contents of the process, accessible by every authorized subject and handled by fixed rules.

The digital management of the construction process required the definition of new roles and responsibilities, and consequently, makes necessary the introduction of new professional profiles. The Italian standard, on that matter, defines three new roles, operating a clear simplification compared to the tasks expected by the English regulations.

The new professional profiles introduced by the UNI 11337-5 are:

- The Information Manager;
- The Information Coordinator;
- The Information Modeler.

The above professional profiles have to be provided by any organization that produces information and, depending on the complexity of the asset, they can be covered by a single person or by a plurality of subjects.

3 Maturità della gestione digitale del processo delle costruzioni

3.1 Generalità

La gestione dei processi informativi delle costruzioni avviene oggi in modalità mista attraverso l'uso sia di informazioni strutturate e rielaborabili elettronicamente, come per i modelli grafici relazionali, sia di informazioni non strutturate e non rielaborabili elettronicamente, come per i documenti cartacei o quelli digitali in formati non modificabili. Di conseguenza anche la conservazione e la gestione dei contenuti informativi assumono differenti modalità e tipologie di approccio, rendendo difficile la loro catalogazione, reperibilità, consultazione ed eventuale uso e modifica o rielaborazione.

Ai fini dell'applicabilità della proposta di norma oggetto della presente tesi sia nel futuro prossimo che nel breve termine, e dell'indicazione di una linea di indirizzo per step in modo da guidare gli attori della filiera delle costruzioni verso un'adozione consapevole di tale metodologia, sono stati sviluppati diagrammi di flusso relativi al progressivo aumento di maturità della gestione digitale.

Per maturità digitale del processo delle informazioni non si intende solamente il livello di evoluzione degli applicativi informatici utilizzati dai vari operatori per produrre i propri elaborati, ma anche il livello di condivisione dei contenuti informativi.

Questo aspetto è di fondamentale importanza all'interno di un ambiente di lavoro improntato sulla collaborazione e la condivisione di contenuti informativi tra i vari attori della filiera delle costruzioni, in quanto permette ad essi di ricevere

contenuti informativi direttamente utilizzabili senza doverli necessariamente rielaborare nuovamente.

Si pensi ad esempio ad un banale computo metrico realizzato in Microsoft Excel o in un altro generico software analogo. Se l'autore lo trasmettesse ad un altro operatore in formato pdf non modificabile o addirittura come immagine, l'operatore ricevente dovrebbe necessariamente rielaborarlo dall'inizio per renderlo utilizzabile. Procedimento analogo ma ben più complesso sarebbe necessario anche per tutte le altre tipologie di contenuti informativi condivisi all'interno dell'Ambiente Condiviso di Raccolta dati. Oltre allo spreco di risorse, questo aspetto potrebbe generare errori nella rielaborazione dei contenuti informativi e ad un generale ed inevitabile abbassamento del livello di qualità complessiva del progetto, e di conseguenza dell'intero processo.

Per evitare tutte queste problematiche sarebbe necessario quindi raggiungere un livello di maturità della gestione digitale del processo informativo di tipo ottimale, in cui i contenuti informativi sono strutturati, rielaborabili elettronicamente e relazionali, vengono condivisi in modo tale da essere utilizzabili da tutti gli attori della filiera e le applicazioni informatiche sono in grado di generarli e gestirli.

3.2 BIM Maturity Level

A livello internazionale, la suddivisione in livelli di maturità attualmente più diffusa è quella operata dal dottor Mervyn Richards del *Construction Project Information Committee* e del dottor Mark Bew di *BuildingSmart*, pubblicata nel 2008 in un loro studio noto come *BIM Maturity Diagram*.

In questo studio è stato analizzato il processo di creazione e gestione dei contenuti informativi relativi all'intero processo delle costruzioni, con particolare attenzione allo stadio di progettazione in quanto ritenuto l'elemento centrale del

processo stesso all'interno del quale è concentrata la maggior parte dell'avanzamento in termini di trasformazione di *input* in *output*.

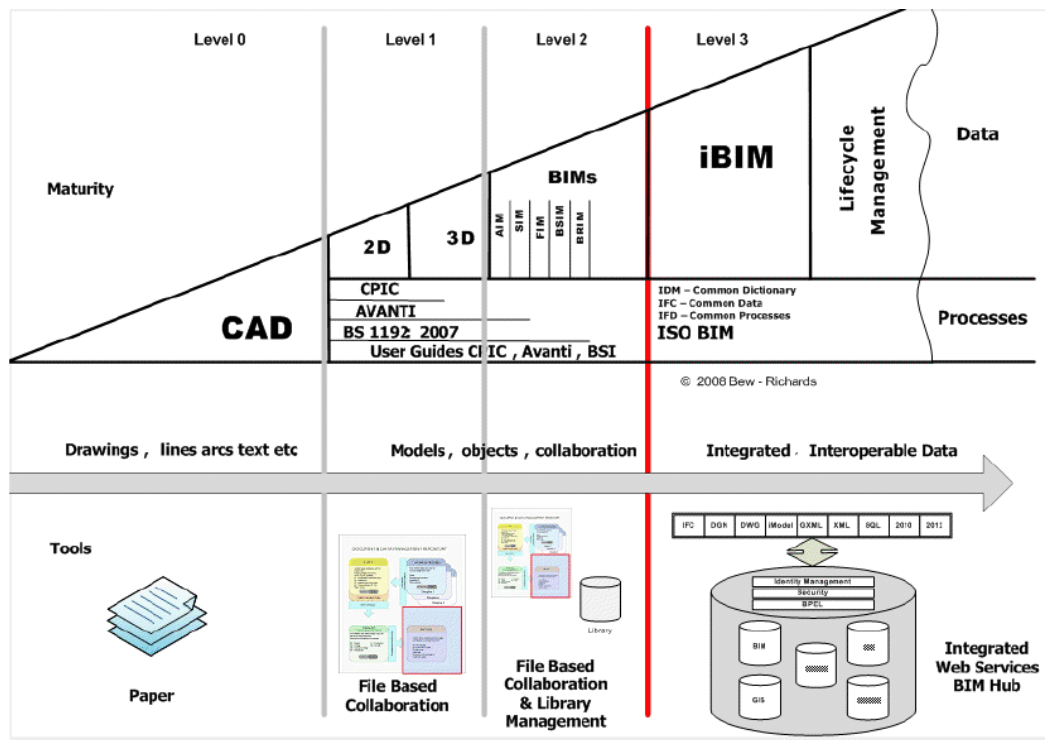


Figura 11 - BIM maturity levels (Richards, Bew - 2008)

I livelli individuati dagli autori sono quattro, e si articolano dal Level 0 BIM, in cui il processo è gestito attraverso supporti di tipo sostanzialmente cartaceo con una limitata quantità di contenuti informativi, al Level 3 BIM, denominato anche iBIM, in cui il processo è gestito attraverso un modello informativo virtuale federato pubblicato in rete, in cui tutti gli operatori della filiera coinvolti collaborano simultaneamente ed i contenuti informativi sono strutturati, interoperabili e rielaborabili elettronicamente da parte delle varie applicazioni informatiche di calcolo, analisi e gestione.

Secondo un'indagine riportata nell'NBS National BIM Report 2014 in merito al livello di maturità BIM raggiungibile dagli attori del settore delle costruzioni è emerso che la maggior parte di essi ha individuato come livello di maturità target il livello 2, il 31% il livello 1, l'11% ritiene di non poter andare oltre il livello 0 e solamente il 7% pensa che il livello 3 sia raggiungibile.¹⁸

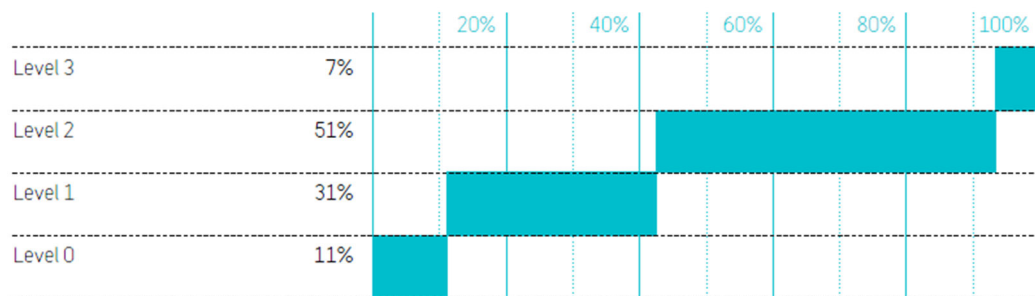


Figura 12 - Livello di maturità raggiungibile dagli attori del settore delle costruzioni in UK (NBS National BIM Report 2014)

¹⁸ NBS National BIM Report 2104

3.2.1 Level 0 BIM

“Unmanaged CAD probably 2D, with paper (or electronic paper) as the most likely data exchange mechanism”¹⁹

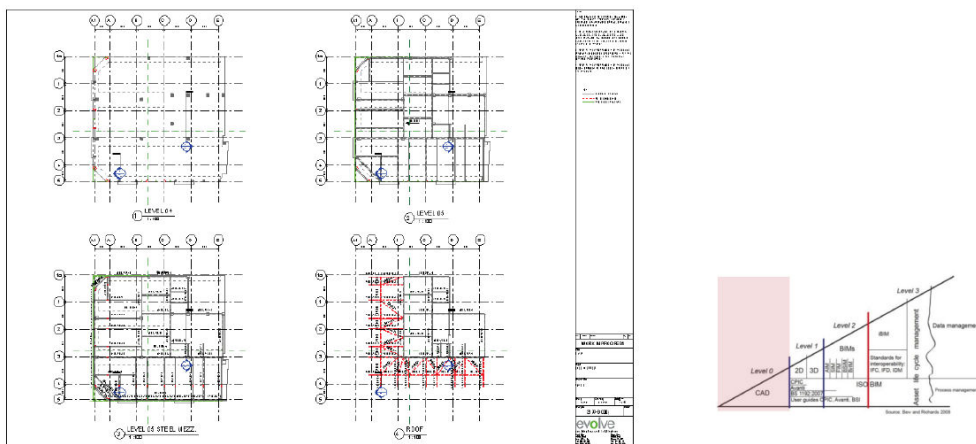


Figura 13 - Level 0 BIM (www.evolveuk.biz)

Il Level 0 BIM è caratterizzato da una scarsissima gestione del processo, non strutturata e basata pressoché esclusivamente sulla produzione e sulla divulgazione dei contenuti informativi legati al progetto su supporti di tipo cartaceo. La documentazione prodotta per la veicolazione dei contenuti informativi è di tipo cartaceo, scarsamente digitalizzata, e composta sostanzialmente dalle tavole tecniche bidimensionali delle varie discipline e dalle rispettive relazioni di testo.

I contenuti informativi del processo, siano essi dati, informazioni o documenti, sono detti “non intelligenti” in quanto sono semplici segni grafici ed alfanumerici non rielaborabili elettronicamente, quindi non sono direttamente utilizzabili per altri scopi da altre applicazioni informatiche differenti da quelle che hanno

¹⁹ M. Richards, M. Bew – BIM Maturity Diagram, 2008

generato i contenuti informativi stessi. Dal punto di vista prettamente teorico potrebbero essere inseriti tutti i contenuti informativi ritenuti opportuni in un foglio CAD sotto forma di testo, ma essi non verrebbero riconosciuti in maniera automatica da altri software, e l'unico risultato sarebbe la totale illeggibilità delle tavole prodotte senza l'apporto di nessun vantaggio significativo.

Per progetti non elementari è pratica comune ricorrere alla suddivisione del progetto nelle varie discipline presenti, ma la collaborazione tra i vari operatori della filiera delle costruzioni è praticamente nulla. La mancanza di standard all'interno del team e di una struttura di gestione del processo fa in modo che ogni operatore gestisca in maniera sostanzialmente autonoma la propria parte, senza considerare la coordinazione con gli altri membri e l'eventuale possibilità di riutilizzare i contenuti informativi da essi inseriti.

3.2.2 Level 1 BIM

“Managed CAD in 2D or 3D format using BS1192:2007 with a collaboration tool providing a common data environment, possibly some standard structures and formats. Commercial data managed by standalone finance and cost management packages with no integration”²⁰

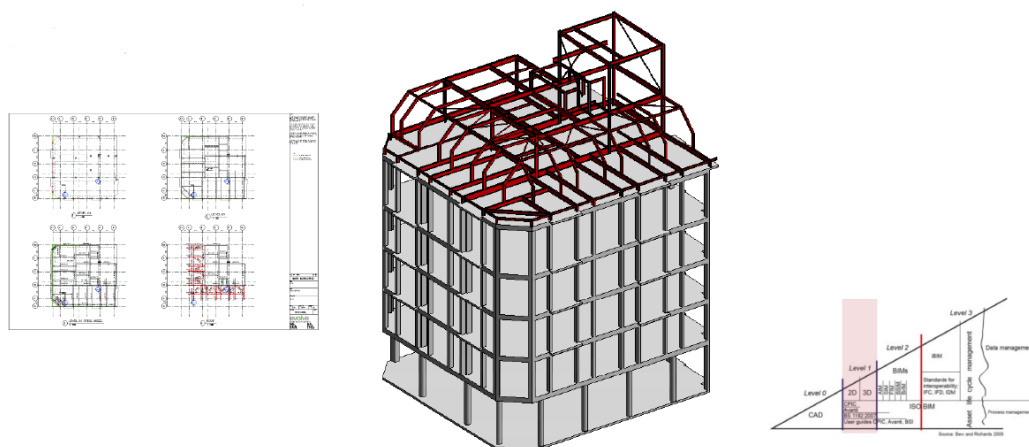


Figura 14 - Level 1 BIM (www.evolveuk.biz)

Il Level 1 BIM è caratterizzato dalla gestione del processo, oltre che attraverso l'adozione di file CAD bidimensionali per la produzione e la divulgazione dei contenuti informativi come nel precedente livello, anche dalla realizzazione di un modello tridimensionale complessivo.

A differenza del precedente livello, la gestione del processo comincia ad essere strutturata e sono presenti degli standard per rendere il lavoro omogeneo, in modo da favorire la collaborazione tra gli operatori coinvolti. Nella maggior parte dei

²⁰ M. Richards, M. Bew – BIM Maturity Diagram, 2008

casi gli standard di processo sono legati alla gestione del progetto, e sono limitati alla coordinazione spaziale, alla condivisione di layer comuni per avere elaborati omologhi tra loro ed alla presenza di un metodo di archiviazione comune, in modo da rendere tutti i file di processo facilmente individuabili e consultabili.

La buona norma prevedrebbe che i progetti a questo livello di maturità vengano sviluppati partendo dalla realizzazione del modello tridimensionale e da esso vengano ricavate le tavole tecniche bidimensionali ritenute necessarie, in modo che ci sia sempre una coerenza tra i due elementi. Nella pratica comune, secondo quanto emerso da alcuni studi di settore, avviene esattamente l'opposto, con la realizzazione delle tavole tecniche bidimensionali dal quale viene ricavato il modello tridimensionale solamente nelle fasi conclusive della progettazione, con il solo scopo di ottenere una renderizzazione fotorealistica dell'opera.

Nel modello tridimensionale possono essere inseriti contenuti informativi di natura strutturata e rielaborabile elettronicamente, ma la quantità e la qualità sono ancora elementari. L'interoperabilità dei contenuti informativi tra le varie applicazioni informatiche è limitata a causa di protocolli di interscambio ancora in fase embrionale o troppo articolati e complessi per essere utilizzati nella pratica comune a questo livello di maturità.

Per progetti non elementari è pratica comune ricorrere alla suddivisione del progetto nelle varie discipline presenti, ma la collaborazione tra i vari operatori della filiera delle costruzioni è limitata alla semplice condivisione dei file prodotti in un ambiente condiviso di raccolta dati elementare, legata il più delle volte alla sola allocazione degli spazi funzionali alle varie discipline ed alla risoluzione degli eventuali contenziosi.

3.2.3 Level 2 BIM

“Managed 3D environment held in separate discipline BIM tools with attached data. Commercial data managed by an enterprise resource platform. Integration based on proprietary interfaces or bespoke middleware could be regarded as pBIM (proprietary). The approach may utilize 4D programme data and 5D cost elements as well as feed operational systems”²¹

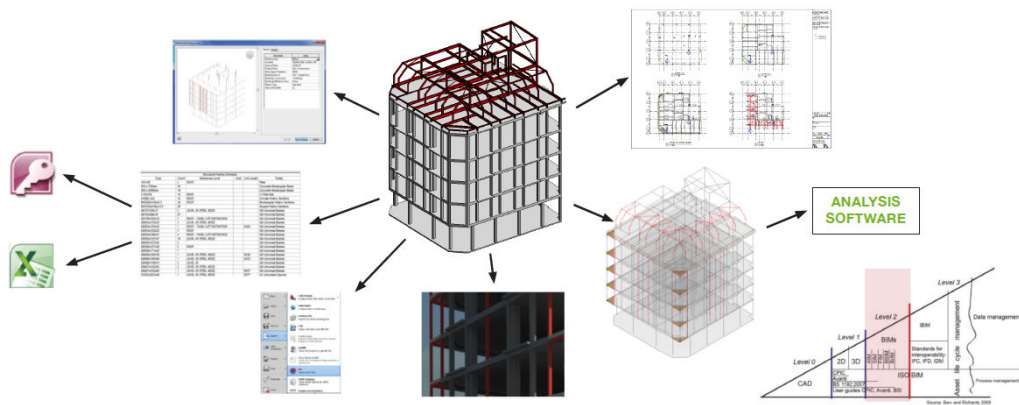


Figura 15 - Level 2 BIM (www.evolveuk.biz)

Il Level 2 BIM è caratterizzato dalla gestione del processo attraverso la realizzazione di un modello complessivo ottenuto come federazione dei vari modelli specialistici di ogni singola disciplina in cui è articolato il progetto, ognuno dei quali corredato dai contenuti informativi che gli competono.

Questo livello di maturità è il primo in cui viene implementato in maniera consistente il Building Information Modelling come comunemente inteso, ovvero la digitalizzazione dell'intero processo delle costruzioni attraverso il passaggio da

²¹ M. Richards, M. Bew – BIM Maturity Diagram, 2008

disegni e modelli grafici a modelli intesi come contenitori in grado di veicolare contenuti informativi sia geometrici che non geometrici. Tavole tecniche bidimensionali e modelli tridimensionali non sono più elementi indipendenti e scollegati tra loro ma sono, insieme ai contenuti informativi non geometrici ed ai documenti, elementi appartenenti a modelli in stretto collegamento tra loro all'interno di una struttura ben definita e regolamentata. Inoltre, i contenuti informativi inseriti da un operatore di un team di progetto in uno specifico modello sono detti intelligenti, in quanto non sono dei semplici caratteri alfanumerici ma sono contenuti informativi strutturati e rielaborabili elettronicamente, che possono essere visualizzati ed utilizzati da tutti gli altri operatori della filiera nelle varie fasi del processo attraverso opportuni strumenti informatici.

Generalmente le discipline interessate alla realizzazione di un modello sono quella architettonica, quella strutturale, quella impiantistica, quella relativa alla sicurezza in fase di progettazione e costruzione, quella di prevenzione antincendio e quella infrastrutturale. Per progetti di particolare complessità o importanza in termini economici e strategici questa suddivisione può essere ulteriormente ampliata, in modo da adattarsi meglio alle necessità dello specifico intervento.

La collaborazione e la coordinazione tra i vari team di progetto assume un ruolo cruciale all'interno dell'intero processo in quanto permette di ottenere un modello complessivo esente da sovra allocazioni di spazi, incoerenze a livello strategico o dispute in generale e, nel caso in cui ciò si verifici, è possibile porvi rimedio nella fase di costruzione virtuale dell'opera prima ancora di andare in cantiere, senza dover poi ricorrere a varianti in corso d'opera nello stadio di produzione.

Il passo in avanti rispetto al precedente livello di maturità consiste nel fatto che tutti i modelli specifici sono coordinati e collegati tra loro all'interno di un ambiente di lavoro comune, in modo da ottenere un modello complessivo coerente e consistente del progetto. Tale ambiente di lavoro comune, attraverso il quale

avviene la condivisione dei file di progetto da parte degli operatori dei vari team, può essere complesso e articolato e quindi richiedere una regolamentazione interna in modo da renderlo effettivamente utilizzabile. Inoltre, tenendo conto della presenza di vari team di progetto e della quantità di contenuti informativi veicolati attraverso i vari modelli, generalmente si fa riferimento ad una libreria di oggetti virtuali comune, in modo che tutti lavorino con i medesimi elementi ed il processo informativo sia il più snello possibile.

Una volta che il Level 2 BIM diventerà la tipologia di progettazione più diffusa all'interno dell'intera filiera delle costruzioni sarà possibile ottenere banche dati popolate di oggetti virtuali provenienti da progetti precedentemente realizzati, dai singoli produttori o dalle catene di produzione. Tali banche dati potranno contenere, oltre ai singoli oggetti virtuali, tutti i relativi contenuti informativi in natura strutturata e rielaborabile elettronicamente, i quali richiederanno solamente un adattamento al contesto dello specifico intervento.

I vantaggi di una gestione del processo conforme al Level 2 BIM sono innumerevoli, poiché i contenuti informativi vengono inseriti una sola volta in un singolo modello specifico e possono essere utilizzati un numero illimitato di volte da tutti gli operatori, in ogni fase, da quella di progettazione a quella di esercizio dell'opera. Anche per questo motivo questa tipologia di progettazione viene anche chiamata progettazione in sei dimensioni, poiché affianca, alle classiche tre dimensioni spaziali, la possibilità di eseguire analisi dei tempi, dei costi e della gestione dell'opera, già in fase di progettazione.

A fronte degli innumerevoli vantaggi in termini di tempi, costi e qualità ottenibili con una gestione del processo di questo tipo sono però necessari numerosi sforzi nella sua fase di implementazione. Le maggiori criticità derivano dalla necessità di un ripensamento globale dell'intero processo, dalla necessità di impiego ed utilizzo di software complessi e spesso differenti da quelli utilizzati nella pratica comune, dalla necessità di formare tutti gli operatori coinvolti nel processo,

dall'adozione di procedure condivise e standardizzate ed infine dalla necessità di operare all'interno di un ambiente di lavoro comune complesso e regolamentato.

Gli sforzi necessari per passare da una progettazione tradizionale ad una progettazione di questo tipo sono tali per cui il numero di progetti appartenenti al Level 2 BIM è ancora molto ridotto, limitato perlopiù a progetti di significative dimensioni economiche o strategiche tali da garantire un'effettiva convenienza.

L'obbiettivo di numerosi paesi è quello di normare e sviluppare questo livello in quanto, secondo numerosi studi di settore, tra i quali quello realizzato dal *Cabinet Office* britannico nel *Government Construction Strategy* pubblicato nel Maggio 2011, una sua corretta applicazione porterebbe ad una riduzione dei costi durante l'intero ciclo di vita di un'opera stimato attorno al 20%.²²

²² U.K. Cabinet Office – Government Construction Strategy, 2011

3.2.4 Level 3 BIM

“Fully open process and data integration enabled by web services compliant with the emerging IFC / IFD standards, managed by a collaborative model server. Could be regarded as iBIM or integrated BIM potentially employing concurrent engineering processes”²³

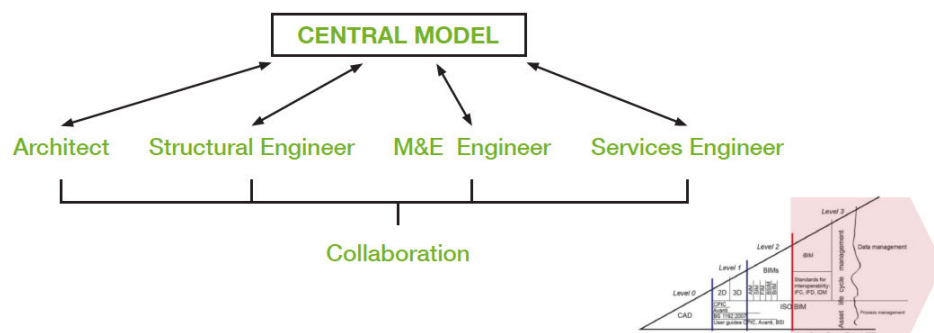


Figura 16 - Level 3 BIM (www.evolveuk.biz)

Il Level 3 BIM è un punto di arrivo attualmente ritenuto utopico e non ancora adottabile a causa della mancanza degli strumenti informatici necessari per implementarlo, ipotizzato per dare un obiettivo a lungo termine a tutti gli operatori della filiera delle costruzioni e traguardare tutti i possibili vantaggi ottenibili da una adozione massiccia e sistemica del Building Information Modelling. Tale livello di maturità prevede la gestione del processo totalmente digitalizzata e fortemente automatizzata, attraverso l'adozione di un modello informativo centrale in grado di permettere la comunicazione in modo continuo e simultaneo tra i contenuti informativi inseriti da tutti gli operatori delle varie discipline coinvolte nel processo attraverso servizi di tipo *cloud*.

²³ M. Richards, M. Bew – BIM Maturity Diagram, 2008

L'enorme vantaggio di questa tipologia di progettazione consiste nell'effettiva unicità del contenuto informativo e dai vantaggi che ciò può comportare, compreso il fatto che ogni singola modifica apportata ad un contenuto informativo di una specifica disciplina di progetto genererebbe un'immediata modifica in tutti i contenuti informativi ad esso collegati, in quanto strettamente interconnessi tra loro. Questo aspetto genera vantaggi nel processo decisionale durante l'intero ciclo di vita dell'opera in quanto permette di valutare in tempo reale le conseguenze su tutte le fasi al variare delle soluzioni ipotizzate, ma soprattutto annulla il rischio di avere due valori diversi relativi allo stesso contenuto informativo inserito nel modello centrale.

Grazie alla condivisione di tutti i contenuti informativi all'interno di un modello centrale in grado di comunicare con tutte le discipline è possibile eseguire in modo automatico una serie infinita di analisi, da quelle energetiche a quelle di tipo economico-finanziario. Le potenzialità di questo tipo di progettazione sono elevatissime anche durante la fase di gestione, considerando che si potrebbero monitorare le performance dell'opera collegando i vari sensori al modello centrale e permettere un aggiornamento in modo istantaneo e continuo delle prestazioni dell'opera.

Un altro aspetto della progettazione conforme al Level 3 BIM è la possibilità di dialogo tra le varie discipline ed il modello informativo centrale attraverso qualsiasi software, senza l'obbligo di usare software specifici, grazie all'adozione di formati di interscambio di tipo aperto. Ciò vuol dire, per esempio, che un operatore dell'intera filiera delle costruzioni potrebbe creare e gestire contenuti informativi utilizzando indistintamente Revit, Bentley, Archicad o Excel ed essi verrebbero automaticamente convertiti ed inseriti in modo univoco nel modello informativo centrale. Attualmente questa possibilità è difficilmente realizzabile perché un tale livello di interoperabilità tra software non è garantito nemmeno tra

applicativi appartenenti ad uno stesso pacchetto informatico, né tantomeno tra applicativi appartenenti a case produttrici diverse.

Fino ad oggi sono stati sviluppati principalmente due protocolli di interscambio in grado di veicolare contenuti informativi prodotti da applicativi differenti da quelli di destinazione. Questi protocolli di interscambio sono l'IFC (*Industry Foundation Classes*) ed il COBie (*Construction Operation Building information exchange*) successivamente trattati nel paragrafo 4.2.3, i quali però non permettono ancora il passaggio della totalità dei contenuti informativi elaborati nel modello originario.

Una gestione del processo delle costruzioni appartenente al Level 3 BIM è attualmente impossibile poiché mancano gli strumenti informatici base per implementarla, ma la sua definizione è fondamentale in quanto traccia una linea di evoluzione per le case produttrici di applicativi informatici, per gli enti normatori e per tutti gli operatori della filiera delle costruzioni in generale.

3.3 Livelli di maturità informativa digitale

Come precedentemente specificato nel paragrafo relativo alle generalità, per maturità digitale del processo delle informazioni non si intende solamente il livello di evoluzione degli applicativi informatici utilizzati dai vari operatori per produrre i propri elaborati, ma anche il livello di condivisione dei contenuti informativi con lo scopo di favorire la creazione di un effettivo ambiente di lavoro condiviso e sfruttarne a pieno le potenzialità.

Prima di sviluppare i livelli di maturità informativa digitale è stata svolta un'attività propedeutica di analisi degli strumenti informatici attualmente disponibili sul mercato e di quelli che sarebbero necessari per gestire la mole di contenuti informativi legati all'intero processo. Durante tale analisi è stata rivolta particolare attenzione ai vari aspetti della natura dei contenuti informativi,

successivamente presentati nel capitolo 4.3, per indagare tra i vari strumenti informatici quali sono in grado di visualizzarli e gestirli o quali dovrebbero essere sviluppati.

Da questa analisi sono emersi i seguenti strumenti informatici, classificati in funzione di strutturazione, rielaborabilità, e relazionalità dei contenuti informativi gestiti e del supporto sul quale veicolati:

Ambiente Condiviso di Raccolta Dati

Piattaforma virtuale regolamentata di gestione dei contenuti informativi.

Data Room

Luogo virtuale e fisico di conservazione dei contenuti informativi relativi al processo informativo delle costruzioni su supporto digitale e cartaceo.

Modello Informativo

Contenitore unico di tutti i contenuti informativi geometrici, non-geometrici e documentali relativi all'opera e le relazioni tra essi.

Modello Grafico Relazionale

Visualizzatore e gestore di contenuti informativi relazionali, il cui valore è legato ad altri contenuti informativi, di tipo geometrico e di parte dei contenuti informativi di tipo non-geometrico di natura rielaborabile elettronicamente che risultano essere efficacemente comunicabili in forma grafica.

A titolo esemplificativo, il materiale è un contenuto informativo non-geometrico che è efficacemente comunicabile in forma grafica attraverso campiture, per cui può essere inserito nel modello grafico relazionale.

Modello Documentale Relazionale

Visualizzatore e gestore di contenuti informativi parametrici, il cui valore è legato ad altri contenuti informativi, di tipo non-geometrico e di parte dei contenuti informativi di tipo geometrico di natura rielaborabile elettronicamente che risultano essere efficacemente comunicabili in forma alfanumerica.

Elaborato Grafico Editabile

Visualizzatore e gestore di contenuti informativi di tipo geometrico e di parte dei contenuti informativi di tipo non-geometrico di natura non rielaborabile elettronicamente efficacemente comunicabili in forma grafica.

Elaborato Documentale Editabile

Visualizzatore e gestore di contenuti informativi di tipo non-geometrico e di parte dei contenuti informativi di tipo geometrico di natura non rielaborabile elettronicamente efficacemente comunicabili in forma alfanumerica.

Elaborato Grafico Non Editabile

Visualizzatore di contenuti informativi di tipo geometrico e di parte dei contenuti informativi di tipo non-geometrico di natura non rielaborabile elettronicamente efficacemente comunicabili in forma grafica.

Elaborato Documentale Non Editabile

Visualizzatore di contenuti informativi di tipo non-geometrico e di parte dei contenuti informativi di tipo geometrico di natura non rielaborabile elettronicamente efficacemente comunicabili in forma alfanumerica.

Elaborato Grafico Non Editabile (Cartaceo)

Insieme di contenuti informativi di tipo geometrico e di parte dei contenuti informativi di tipo non-geometrico di natura non rielaborabile elettronicamente, raggruppati in ragione di una determinata esigenza informativa, efficacemente comunicabili in forma grafica, veicolati su supporto di tipo cartaceo.

Elaborato Documentale Non Editabile (Cartaceo)

Insieme di contenuti informativi di tipo non-geometrico e di parte dei contenuti informativi di tipo geometrico di natura non rielaborabile elettronicamente, raggruppati in ragione di una determinata esigenza informativa, efficacemente comunicabili in forma alfanumerica, veicolati su supporto di tipo cartaceo.

Scheda Informativa

Scheda elettronica che permette di inserire contenuti informativi di natura non rielaborabile elettronicamente, di tipo geometrico o non-geometrico, in natura rielaborabile elettronicamente, con il contenuto informativo originario e le regole di computo in allegato.

Tabella 1 - Strumenti informatici del processo (elaborazione dell'autore)

Ai fini di una gestione informativa efficace ed efficiente del processo delle costruzioni, che ne aumenti la qualità limitando i costi, i tempi e le possibilità di errore, sono stati definiti i seguenti livelli di maturità informativa digitale:

- ***Livello “0”, primitivo;***
- ***Livello “1”, minimo;***
- ***Livello “2”, base;***
- ***Livello “3”, avanzato;***
- ***Livello “4”, ottimale.***

L'introduzione di tali livelli di maturità ha permesso di fornire, come precedentemente detto, una linea di indirizzo per l'adozione graduale della gestione digitale dei processi informativi delle costruzioni da parte dei vari attori del settore. Tale gradualità è stata particolarmente apprezzata dagli esperti del settore delle costruzioni rappresentanti la parte produttiva all'interno del gruppo di lavoro UNI/CT 033/GL 05 "Codificazione dei prodotti e dei processi costruttivi in edilizia", in quanto il passaggio netto da una gestione tradizionale del processo ad una gestione digitale ottimale sarebbe stato mal accolto dagli operatori.

I livelli di maturità digitale delle informazioni hanno portato inevitabilmente anche alla modifica nel tempo anche del veicolo informativo principale di settore, che è passato dal progetto di natura ancora prevalentemente cartacea al progetto digitale, fino al modello informativo, che è espressione della digitalizzazione ottimale raggiunta.

3.3.1 Livello primitivo (0)

Il livello primitivo rappresenta il primo livello di maturità della gestione digitale del processo informativo delle costruzioni, basato su tecnologie ancora ampiamente in uso ma ormai mature e non più migliorabili.

Il veicolo informativo principale di processo è costituito dal progetto che è l'insieme di elaborati grafici e documentali non editabili su supporto cartaceo, i quali sono direttamente derivati da elaborati grafici e documentali editabili. Come nel Level 0 BIM²⁴ inglese quindi, la documentazione prodotta per la veicolazione dei contenuti informativi è di tipo cartaceo e composta sostanzialmente dalle tavole grafiche bidimensionali delle varie discipline e dalle rispettive relazioni di testo. Elaborati grafici e documentali non editabili su supporto digitale sono impiegati generalmente in accompagnamento a quelli cartacei per una più facile

²⁴ M. Richards, M. Bew – BIM Maturity Diagram, 2008

trasmissione delle dei contenuti informativi tramite gli strumenti di comunicazione attualmente utilizzati, quali internet ed e-mail.

La natura dei contenuti informativi del processo è non strutturata, non rielaborabile elettronicamente e non relazionale, quindi i contenuti informativi non sono direttamente utilizzabili per altri scopi da altre applicazioni informatiche differenti da quelle che hanno generato i contenuti informativi stessi. Ciò genera notevoli problematiche di coerenza e congruenza dei contenuti informativi, con la presenza spesso di valori differenti in documenti differenti riferiti allo stesso contenuto informativo oppure le piante architettoniche che non combaciano da un piano all'altro.

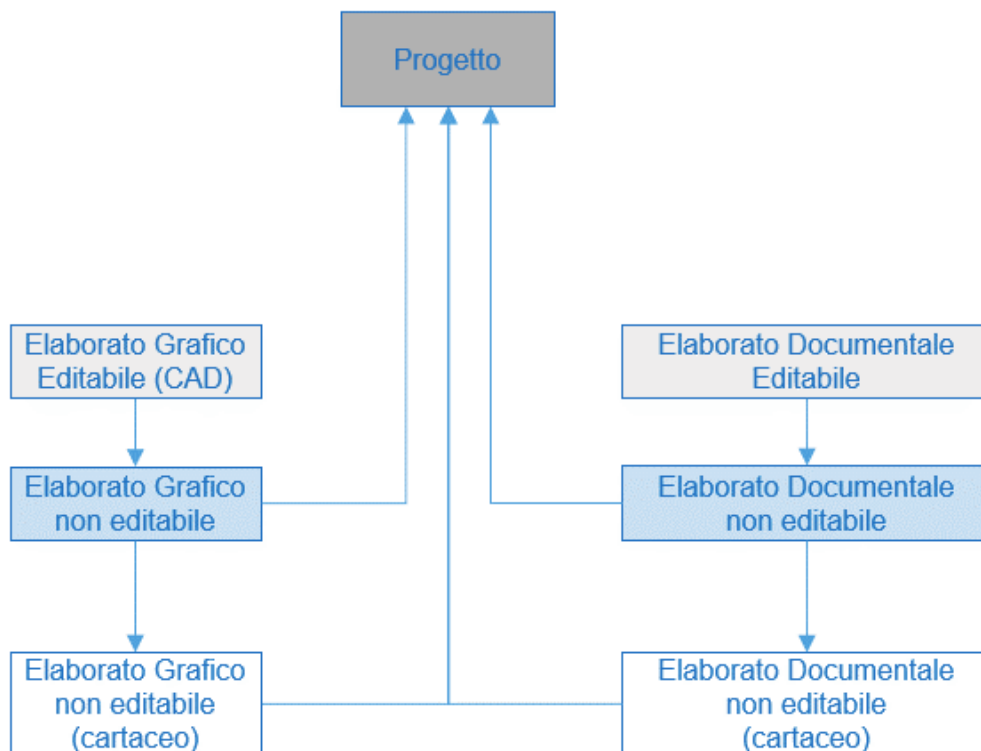


Figura 17 - Livello primitivo di maturità della gestione digitale (elaborazione dell'autore)

A questo livello di maturità della gestione digitale del processo informativo delle costruzioni permane la prevalenza contrattuale del supporto cartaceo su quello digitale ed una elevata frammentazione dei contenuti digitali in funzione dei differenti stadi del processo, ovvero quello di progettazione, di produzione e di esercizio, e delle differenti discipline.

Tale livello è quello attualmente più diffuso in ambito nazionale per progetti di piccola entità a causa di una notevole frammentazione del settore che spesso non consente di intraprendere il rischio legato alla sperimentazione di nuove metodologie di lavoro e della mancanza di una normativa di riferimento chiara, quale può essere la proposta di norma oggetto della presente tesi.

3.3.2 Livello minimo (1)

Il livello minimo rappresenta il secondo livello di maturità della gestione digitale del processo informativo delle costruzioni, con l'introduzione di un veicolo informativo di tipo relazionale per quanto riguarda la parte grafica.

Il veicolo informativo principale di processo è costituito dal progetto digitale che è l'insieme di elaborati grafici e documentali non editabili su supporto digitale, accompagnati da copie in formato cartaceo derivate direttamente dagli elaborati grafici e documentali editabili. Nel livello minimo è inoltre presente un modello grafico relazionale tridimensionale, che è in genere esterno al contratto e relativo alla sola disciplina architettonica con l'eventuale aggiunta di parti della disciplina strutturale ed impiantistica.

Gli elaborati grafici editabili di progetto dovrebbero essere tutti e completamente derivati direttamente dal modello grafico relazionale per garantire la congruenza dei contenuti, anche se a questo livello ciò non è sempre possibile a causa della notevole complessità di modellare determinati elementi di dettaglio in relazione all'entità del progetto.

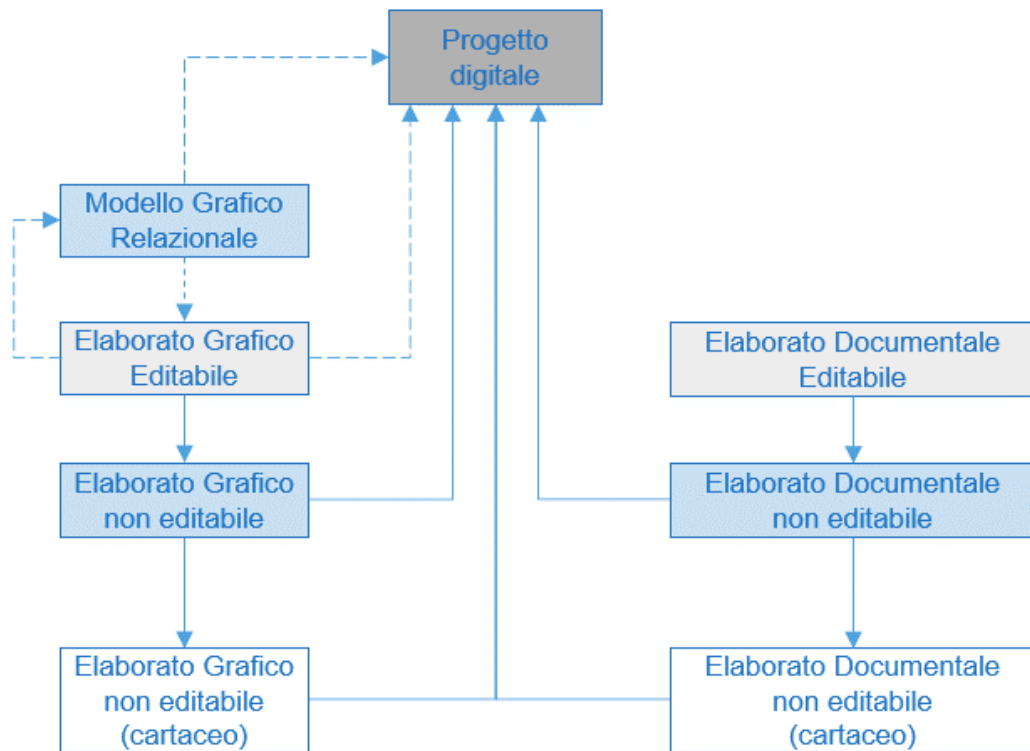


Figura 18 - Livello minimo di maturità della gestione digitale (elaborazione dell'autore)

A questo livello di maturità della gestione digitale del processo informativo delle costruzioni permane una elevata frammentazione dei contenuti digitali in funzione dei differenti stadi del processo, ovvero quello di progettazione, di produzione e di esercizio, e delle differenti discipline.

Tale livello è quello attualmente più diffuso in ambito nazionale per progetti di media entità, in cui l'introduzione del modello grafico relazionale ha lo scopo di agevolare la coordinazione spaziale e *clash detection*.

3.3.3 Livello base (2)

Il livello minimo rappresenta il terzo livello di maturità della gestione digitale del processo informativo delle costruzioni, con la centralizzazione del veicolo informativo grafico relazionale.

Il veicolo informativo principale di processo è costituito dal modello informativo, che è l'insieme dei modelli grafici relazionali e degli elaborati grafici e documentali non editabili.

Gli elaborati grafici editabili di progetto sono tutti e completamente derivati direttamente dal modello grafico relazionale per garantire la congruenza dei contenuti, ad eccezione di alcuni disegni di dettaglio particolarmente complessi in relazione all'entità del progetto che vengono quindi sviluppati e gestiti attraverso elaborati grafici editabili e poi collegati al modello grafico in esame.

L'adozione massiccia di contenuti informativi strutturati, rielaborabili elettronicamente e relazionali per la parte grafica, gestiti e visualizzati attraverso il modello grafico relazionale, permette di avere una notevole mole di contenuti informativi coerenti tra loro sulla quale poter impostare una serie di analisi propedeutiche alla realizzazione degli elaborati documentali necessari. Se si pensa ad esempio al computo metrico, benché esso venga elaborato in modo tradizionale in elaborati documentali editabili, i dati su cui esso è basato possono essere già a questo livello estrapolati dal modello grafico relazionale. Il vantaggio dell'utilizzo di tali dati al posto dell'implementazione tradizionale risiede nello sfruttamento del principio di unicità del dato.

La conservazione delle informazioni è assicurata da una data room, che è un archivio di tutti gli elaborati grafici e documentali cartacei relativi al processo e, soprattutto, da un ambiente condiviso di raccolta dati (ACD) che consente l'archiviazione strutturata dei contenuti informativi digitali.

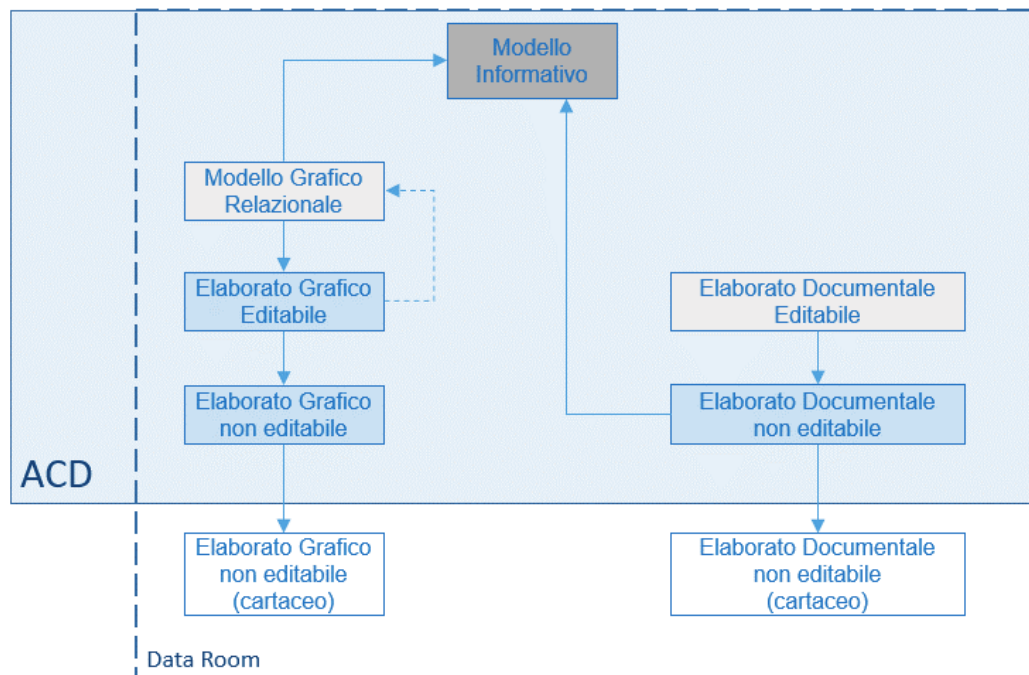


Figura 19 - Livello base di maturità della gestione digitale (elaborazione dell'autore)

A questo livello di maturità della gestione digitale del processo informativo delle costruzioni il contenuto informativo è strutturato, rielaborabile elettronicamente e relazionale per la parte grafica, mentre è ancora poco strutturato e non rielaborabile elettronicamente per la parte documentale. A differenza dei precedenti livelli di maturità, nel livello base è presente una forte preponderanza, anche amministrativa, del supporto digitale.

Tale livello è quello attualmente in fase di diffusione in ambito nazionale per progetti di grossa entità, in cui l'adozione del modello grafico relazionale e delle sue potenzialità sono un valore aggiunto per l'intero processo in termini di congruenza dei contenuti informativi, coordinazione spaziale e tecnologica tra le varie discipline ed incremento dell'efficienza in generale.

3.3.4 Livello avanzato (3)

Il livello minimo rappresenta il quarto livello di maturità della gestione digitale del processo informativo delle costruzioni, con l'introduzione delle schede informative strutturate e rielaborabili elettronicamente, sia di prodotto che di processo, quale primo stadio di relazionalità dei contenuti informativi documentali.

Il veicolo informativo principale di processo è costituito anche in questo caso dal modello informativo, che è l'insieme dei modelli grafici relazionali e delle schede informative strutturate e rielaborabili elettronicamente.

Le schede informative riportano i contenuti informativi essenziali di natura non strutturata e non rielaborabile elettronicamente in natura strutturata e rielaborabile elettronicamente in modo da poter essere utilizzati ed integrati nei modelli relazionali, ed i contenuti informativi originari in allegato con le eventuali regole di computo.

Fin tanto che l'evoluzione informatica non sarà tale da permettere la generazione di documenti relazionali, le schede informative saranno il mezzo per convertire le informazioni non geometriche non rielaborabili elettronicamente in rielaborabili elettronicamente, ed inserirle all'interno del modello documentale relazionale in modo da permetterne il dialogo con tutte le altre sezioni del modello informativo.

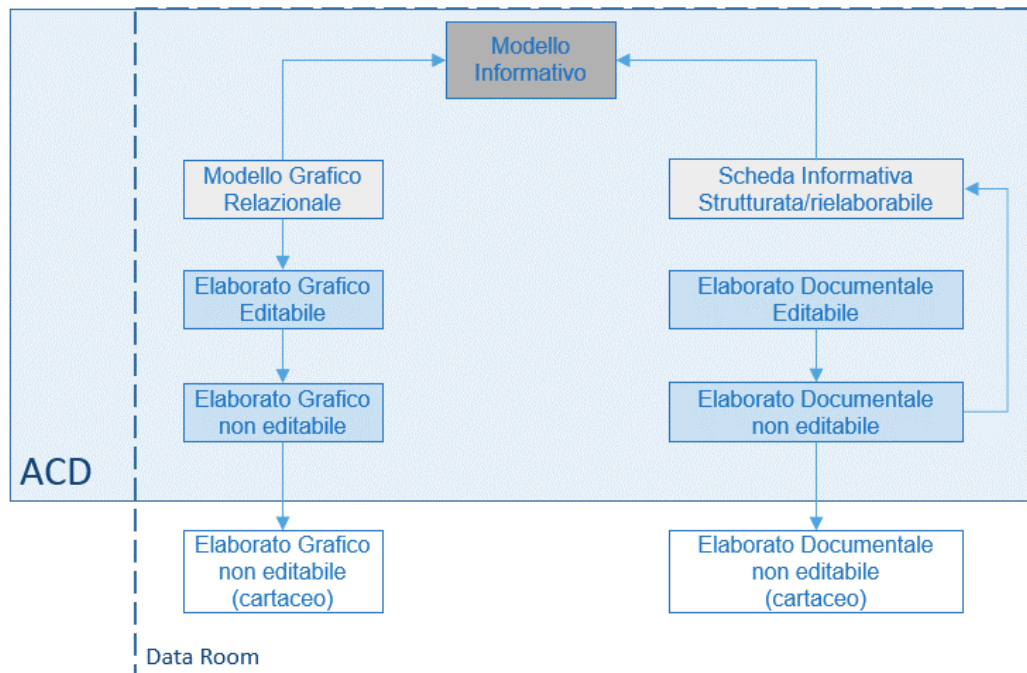


Figura 20 - Livello avanzato di maturità della gestione digitale (elaborazione dell'autore)

A questo livello di maturità della gestione digitale del processo informativo delle costruzioni il contenuto informativo è strutturato, rielaborabile elettronicamente e relazionale per la sua parte grafica, mentre è strutturato e rielaborabile elettronicamente ma non relazionale per la parte documentale. Come nel precedente livello di maturità, nel livello avanzato è presente una forte preponderanza, anche amministrativa, del supporto digitale.

Tale livello non è ancora stato adottato a livello nazionale a causa della mancanza di strumenti sul mercato che svolgano la funzione delle schede informative. L'unico esempio degno di nota è quello relativo alle schede tecniche sviluppate all'interno del progetto di ricerca INNOVance²⁵ del Politecnico di Milano con lo scopo di creare una banca dati nazionale del settore delle costruzioni. Tali schede informative, che sarebbero in grado di svolgere il compito precedentemente

²⁵ www.innovance.it

descritto, sono attualmente sotto indagine tecnica da parte dell'Associazione Nazionale Costruttori Edili in attesa della fase di test.

3.3.5 Livello ottimale (4)

Il livello ottimale rappresenta il quinto ed ultimo livello di maturità della gestione digitale del processo informativo delle costruzioni, con la completa digitalizzazione del contenuto informativo per il settore costruzioni.

Il veicolo informativo principale di processo è costituito anche in questo caso dal modello informativo, che è l'insieme dei modelli grafici e documentali relazionali, i quali possono essere pluridisciplinari, federati o coordinati.

Gli elaborati grafici e documentali non editabili di progetto sono tutti e completamente derivati direttamente dagli elaborati grafici e documentali editabili, i quali sono tutti e completamente derivati direttamente a loro volta dai rispettivi modelli relazionali. Attraverso questa catena informativa continua e consequenziale, abbinata al principio di unicità del contenuto informativo presente all'interno del modello informativo, è automaticamente garantita la congruenza del contenuto informativo.

Tutti i vantaggi precedentemente indicati nell'adozione di modelli relazionali per la parte grafica valgono anche per la parte documentale, con l'aggiunta del fatto che attraverso l'adozione di modelli relazionali per entrambe le parti è possibile ottenere la congruenza dei contenuti informativi dell'intero processo, con la garanzia che ciò che è espresso in forma grafica è coerente a ciò che è espresso in forma documentale. Questo aspetto è il vero vantaggio dell'adozione di una metodologia di gestione digitale del processo informativo delle costruzioni.

Il modello informativo è unico durante l'intero processo delle costruzioni, dall'ideazione alla dismissione dell'opera, con lo sviluppo e arricchimento progressivo del relativo contenuto informativo di prodotto e di processo.

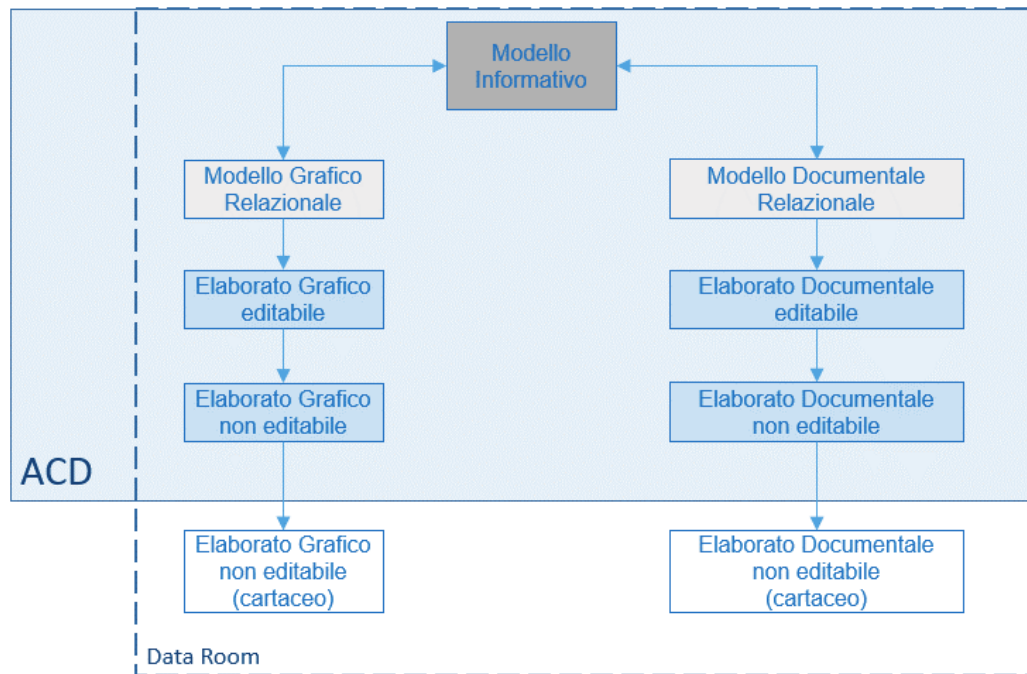


Figura 21 - Livello ottimale di maturità della gestione digitale (elaborazione dell'autore)

A questo livello di maturità della gestione digitale del processo informativo delle costruzioni il contenuto informativo è strutturato, rielaborabile elettronicamente e relazionale in egual misura per la sua parte grafica e quella documentale.

Tale livello di maturità non è attualmente possibile principalmente a causa di due motivazioni, da un lato la mancanza di applicativi informatici in grado di gestire la parte informativa e documentale in modo strutturato, rielaborabile elettronicamente e relazionale, dall'altro una sostanziale mancanza di spirito collaborativo tra i vari attori della filiera delle costruzioni il cui dialogo è fortemente legato al contraddittorio ed alla presentazione di riserve.

Per quanto riguarda la prima motivazione, essa è fondamentalmente un problema di domanda e offerta in relazione allo sforzo necessario per sviluppare applicativi informatici in grado di gestire l'intera mole di contenuti informativi associati ad

un processo digitale delle costruzioni. Essendo i contenuti informativi dislocati in posizioni diverse per ogni processo e facendo spesso riferimento a denominazioni e classificazioni differenti, gli sforzi delle *software house* per lo sviluppo di applicativi informatici relativi alla parte informativa sono immani. Il settore delle costruzioni è inoltre popolato da un elevatissimo numero di piccole imprese, a volte individuali, che renderebbero impossibile l'adozione di tali strumenti, sia per quanto riguarda i costi effettivi delle licenze sia per la necessità di formazione. Bisogna considerare inoltre che, essendo il mondo della gestione digitale dei processi delle costruzioni un tema sostanzialmente nuovo ed in rapida evoluzione, esse rischierebbero di investire un notevole capitale nello sviluppo di strumenti che rischiano di essere superati dalla normativa tecnica in continua fase di evoluzione. Per questo motivo i vari attori della filiera tendono ad adottare la gestione digitale del processo solamente per la parte riguardante la modellazione grafica, tema ormai consolidato da anni, e delegare la parte informativa alla gestione tradizionale. Lo scopo della proposta di norma oggetto della presente tesi è anche quello di fornire un quadro di riferimento chiaro e duraturo dell'intero processo e degli strumenti applicativi necessari.

Per quanto riguarda invece la mancanza di spirito collaborativo tra i vari attori della filiera delle costruzioni, esso è sostanzialmente un problema culturale e commerciale. Lo sviluppo di contenuti informativi in modo digitale, strutturato, rielaborabile elettronicamente e relazionale richiede un ingente sforzo economico in termini di tempo, di formazione degli operatori e di sviluppo del *know how*. A fronte di tale sforzo, colui che sviluppa i contenuti informativi è generalmente poco disposto a cedere tali contenuti in formato rielaborabile elettronicamente, in quanto un competitor potrebbe sfruttarne il *know how* e sottrargli porzioni di mercato. Questa problematica è però già risolvibile anche allo stato attuale di maturità della gestione del processo digitale attraverso il passaggio di contenuti

informativi in formati aperti, i quali trasmettono i risultati e non le procedure di produzione.

4 Aspetti generali del contenuto informativo

4.1 Generalità

Come espresso nell'introduzione della presente tesi, benché la metodologia Building Information Modelling e la gestione digitale in generale del processo delle costruzioni stia registrando negli ultimi anni una notevole diffusione tra i vari attori della filiera, la sua applicazione è nella quasi totalità dei casi confinata alla sola modellazione grafica. Ciò denota fondamentalmente due aspetti, da un lato la scarsa tendenza alla sperimentazione di una completa gestione digitale dell'intero processo delle costruzioni sia dal punto di vista dei contenuti grafici che informativi, dall'altro un sostanziale ritardo delle case produttrici di software nella creazione di applicativi e piattaforme informatiche in grado di gestire l'intera mole di informazioni legate all'opera. Entrambi questi aspetti però, non sono figli di una pigrizia del settore o di un conservativismo passivo, quanto di difficoltà oggettive nell'implementazione di nuovi strumenti e negli ingenti sforzi di formazione dell'intera filiera delle costruzioni.

La qualità di un processo e di un prodotto è legata non solamente alla qualità della modellazione grafica, ma soprattutto alla qualità del suo contenuto informativo. Tale qualità è fortemente dipendente dalla trasparenza, dall'efficienza e dall'efficacia delle informazioni che la caratterizzano come la leggibilità, l'univocità, la trasmissibilità e reperibilità dei dati che le costituiscono. La digitalizzazione dei dati e l'informatizzazione del settore consentono di ottimizzare la produzione e la gestione delle informazioni ai fini della qualità del

contenuto informativo dei processi costruttivi, e di conseguenza del processo stesso.

Per spostare quindi la centralità della gestione digitale dei processi informativi delle costruzioni dalla modellazione grafica all'aspetto informativo è stato necessario definirlo in modo chiaro ed esaustivo. Nel presente capitolo sono raccolti gli aspetti generali del contenuto informativo, quali la sua veicolazione, la sua natura, la sua composizione ed esplicitazione, gli ambiti da esso trattati e gli stati di sviluppo ed approvazione, che sono stati poi inseriti nella proposta di norma UNI 11337:2016 parte 1 oggetto della presente tesi.

4.2 Veicolazione del contenuto informativo

All'interno del processo informativo delle costruzioni, un contenuto informativo può essere veicolato in una molteplicità di modi. Ai fini della sua veicolazione, il contenuto informativo può essere suddiviso in funzione della sua modalità di trasmissione, della tipologia di supporto sul quale è impresso e del formato di linguaggio informatico utilizzato per trasmetterlo.

4.2.1 Modalità di trasmissione: verbale e scritta

I contenuti informativi possono essere trasmessi sostanzialmente in due modalità, che sono quella verbale e quella scritta. La proposta di norma oggetto della presente tesi, prende in considerazione la sola modalità di trasmissione scritta dei contenuti informativi. Ciò non vuol dire che i contenuti informativi trasmessi in modalità verbale siano assenti o poco rilevanti all'interno della gestione digitale del processo delle costruzioni. Spesso anzi, le scelte prese durante le attività di *decision making*, le richieste della committenza o le osservazioni espresse dai vari attori del processo vengono trasmesse in modalità verbale.

A titolo esemplificativo si pensi ad una telefonata tra il committente ed un operatore relativa ad una variante da apportare, con determinate informazioni legate ad essa relative alle modalità ed alle tempistiche di realizzazione. Qualora tali contenuti informativi trasmessi in modalità verbale non venissero trascritti in appositi verbali rischierebbero di essere persi o trasmessi in modo errato agli altri attori del processo interessati ma non partecipanti alla telefonata in oggetto. Lo stesso ragionamento vale per le riunioni, per gli incontri di coordinamento, per gli accordi verbali, ecc.

Per garantire la rintracciabilità dei contenuti informativi, la corretta conservazione e la fruibilità da parte dei vari attori del processo interessati è necessario che tutti i contenuti informativi relativi all'opera ed al suo processo siano trascritti ed inseriti nell'ambiente condiviso di gestione e raccolta dati.

4.2.2 Tipologie di supporto: cartaceo e digitale

I contenuti informativi trasmessi in modalità scritta possono essere raccolti su due tipologie di supporto, che sono quello cartaceo e quello digitale. La proposta di norma oggetto della presente tesi, prende in considerazione la sola tipologia di supporto digitale dei contenuti informativi. Come per la precedente suddivisione in contenuti informativi trasmessi in modalità verbale e scritta, ciò non vuol dire che i contenuti informativi raccolti su supporto cartaceo siano assenti o poco rilevanti all'interno della gestione digitale del processo delle costruzioni. Nonostante la proposta di norma miri alla completa digitalizzazione dell'intera mole di contenuti informativi del processo informativo delle costruzioni, dalla fase esigenziale a quella di gestione e manutenzione dell'opera, è inevitabile che, anche se in una quantità man mano decrescente con il passare del tempo ed il consolidarsi delle procedure e dei supporti digitali, saranno sempre presenti contenuti informativi veicolati su supporto cartaceo. Benché attraverso procedure e strumenti informatici recentemente sviluppati, quali ad esempio la Posta

Elettronica Certificata o la firma digitale, sia possibile, o lo sarà a breve termine, svolgere un gran numero di pratiche burocratiche in modo digitale, ci sono comunque attività che sono ancora basate sulla veicolazione di contenuti informativi su supporto cartaceo. Se si pensa ad esempio a tutte le informazioni operative che devono essere trasmesse agli operatori. Probabilmente l'evoluzione tecnologica dei prossimi anni sarà tale da sviluppare supporti digitali in grado di trasmetterle su supporti digitali, quali tablet o addirittura visori per la realtà aumentata, ma nel medio termine esse continueranno ad essere trasmesse in tavole grafiche bidimensionali cartacee.

Nell'ottica della gestione digitale del processo informativo delle costruzioni, al fine di garantire la rintracciabilità dei contenuti informativi e la fruibilità in remoto da parte dei vari attori del processo è di fondamentale importanza che tutti i contenuti informativi raccolti su supporto cartaceo vengano acquisiti digitalmente ed inseriti nell'ambiente condiviso di gestione e raccolta dati.

4.2.3 Formati di linguaggio informatico: proprietario e aperto

I contenuti informativi scritti su supporto digitale possono essere espressi attraverso due formati di linguaggio informatico, che sono quello proprietario e quello aperto. Per garantire l'interoperabilità dei contenuti informativi all'interno di tutta la filiera, la presente norma privilegia l'uso di linguaggi aperti nelle fasi di interscambio delle informazioni, fatto salvo l'eventuale uso di linguaggi proprietari nella fasi di elaborazione e gestione delle stesse.

A livello internazionale sono stati sviluppati negli ultimi anni due formati di linguaggio informatico aperto appositamente concepiti per lo scambio di contenuti informativi nella gestione digitale dei processi informativi delle costruzioni, che sono il formato IFC ed il formato COBie. Il loro continuo sviluppo e la loro adozione all'interno dei processi è di vitale importanza

nell'ottica della gestione digitale basata sulla collaborazione tra i vari attori per il raggiungimento di uno scopo in termini di qualità, tempi e costi. Attraverso tali formati è possibile trasmettere i contenuti informativi elaborati da un determinato operatore a tutti gli attori del processo interessati senza che essi subiscano modifiche, indipendentemente dall'applicativo informatico con il quale è stato generato e dall'applicativo informatico con il quale viene visualizzato.

Ciò comporta una serie di vantaggi, tra i quali:

- Non vincola la scelta dei software da utilizzare all'interno del processo;
- Garantisce la più ampia partecipazione possibile in quanto l'interscambio di contenuti informativi avviene tramite formati totalmente gratuiti e disponibili a tutti gli attori del processo;
- Permette l'esportazione dei contenuti informativi in termini di risultati senza la trasmissione del processo interno di sviluppo e salvaguardando il know-how professionale, unico vero ostacolo alla modalità di lavoro condiviso con la trasmissione dei contenuti informativi in formati nativi;
- Permette l'importazione dei contenuti informativi contenuti nel file in applicativi informatici appartenenti a differenti case produttrici di software e discipline, senza la modificazione o la perdita di dati e informazioni.

Per questo motivo, all'interno della proposta di norma oggetto della presente tesi, sono stati menzionati esplicitamente i due formati sopra indicati, con l'intento di favorirne ulteriormente lo sviluppo e la diffusione.

4.2.3.1 Industry Foundation Classes (IFC)

L'*Industry Foundation Classes*, comunemente chiamato IFC, è il formato aperto di interscambio dei contenuti informativi attualmente più utilizzato ed avanzato all'interno della gestione digitale dei processi informativi delle costruzioni.

La volontà di creare un formato unico di interscambio risale al 1994 quando un gruppo di case produttrici di software commissionarono negli Stati Uniti uno studio per valutare la fattibilità ed i possibili vantaggi di un eventuale linguaggio comune di scambio dati. I risultati di tale studio mostrarono evidenti vantaggi derivanti dall'adozione di un linguaggio comune e nel 1995 venne fondata dalle case produttrici stesse l'*Industry Alliance for Interoperability*, la quale pubblicò nel 1997 la prima versione delle *Industry Foundation Classes*.



Figura 22 - Logo BuildingSMART e schema interoperabilità IFC (www.buildingsmart.org)

A livello normativo, oltre ad essere stato adottato da numerosi governi che ne hanno emanato direttive in recepimento degli standard indicati, l'IFC è oggetto della norma *ISO/PAS 16739 – Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries*.

A livello generale, la struttura delle classi è articolata in quattro aree che rappresentano differenti livelli di astrazione progettuale, le quali comprendono categorie all'interno di cui sono definite le singole entità. Nel modello IFC quindi, i contenuti informativi non sono trasmessi dal disegno, ma dalle singole entità.

Tenendo conto della necessità di creare un linguaggio comune utilizzabile da vari applicativi informatici di differenti discipline, il modello IFC rappresenta non solo gli elementi tangibili dell'edificio con caratteristiche prevalentemente geometriche ma anche l'organizzazione degli spazi, i costi, i tempi ed altri contenuti informativi di fondamentale importanza all'interno del processo delle costruzioni.²⁶

Se si considera l'opera come un insieme dei risultati prodotti dai vari attori che prendono parte al processo delle costruzioni durante l'intero ciclo di vita risulta immediatamente comprensibile l'ampia varietà di discipline e software coinvolti. Attraverso la sola adozione di un formato di interscambio comune, come quello IFC, è possibile quindi ottenere un significativo miglioramento nella riduzione di errori e di perdita di informazioni durante il trasferimento, ed allo stesso tempo evitare in molti casi un doppio lavoro dovuto all'illeggibilità di un contenuto informativo ricevuto da un altro attore del processo.

A titolo meramente esemplificativo, attraverso l'utilizzo del formato di interscambio IFC durante le varie trasmissioni di contenuti informativi sarebbe possibile generare uno schematic design con Google SketchUp, progettare la parte architettonica con Autodesk Revit Architecture, progettare la parte strutturale con Tekla Structures, eseguire la verifica delle interferenze con Solibri Model Checker ed eseguire l'analisi energetica con Acca TerMus senza avere perdite di informazioni o errori, garantendo quindi la congruenza dei contenuti informativi ed evitando sprechi di tempo e risorse.

A causa della sua rapida diffusione tra gli operatori del settore dell'edilizia e della sua implementazione negli applicativi informatici relativi a differenti discipline,

²⁶ Garagnani S. – Modelli digitali e archivi di progetto, sistemi integrati di documentazione per l'architettura

nel corso degli anni l'IFC ha subito numerosi aggiornamenti in relazione ai riscontri ottenuti dai vari operatori in seguito al suo utilizzo.

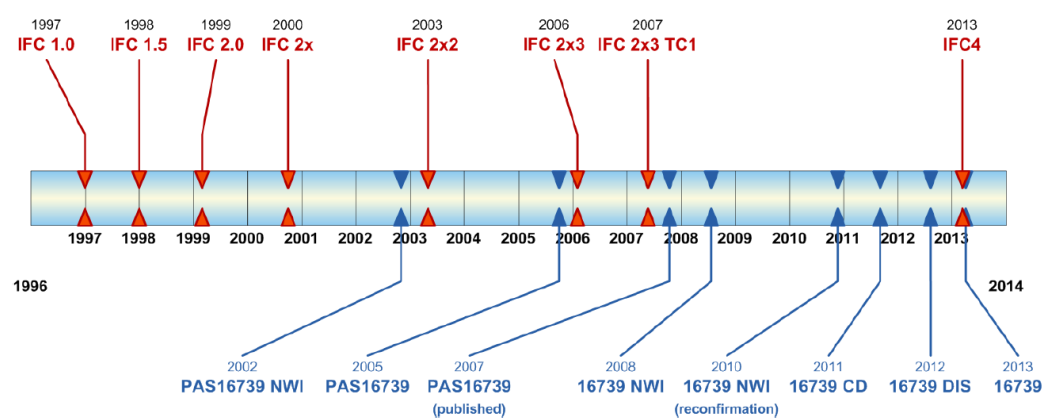


Figura 23 - IFC timeline (www.buildingsmart.org)

L'ultima versione, pubblicata nel 2013 e denominata IFC4, ha introdotto una serie di miglioramenti rispetto a quella precedente, tra i quali una maggior consistenza all'interno dello schema IFC, un incremento degli elementi tecnologici trattati e delle analisi ad essi associate, una maggior sofisticatezza delle geometrie, un miglioramento nella documentazione trattata ed una maggior efficienza nelle analisi temporali e di project management.²⁷

Secondo il *NBS National BIM Report 2014*, basato su una serie di interviste a professionisti del settore operanti nel Regno Unito, uno dei più avanzati nell'adozione del Building Information Modelling, la diffusione dell'IFC nei progetti realizzati è passata dal 39% nel 2013 al 45% nel 2014, con un incremento del 6% in un solo anno, ed un aumento di consapevolezza riguardo all'argomento pari al 9%.²⁸

²⁷ T. Liebich – IFC4, the new buildingSmart standard

²⁸ NBS National BIM Report 2014

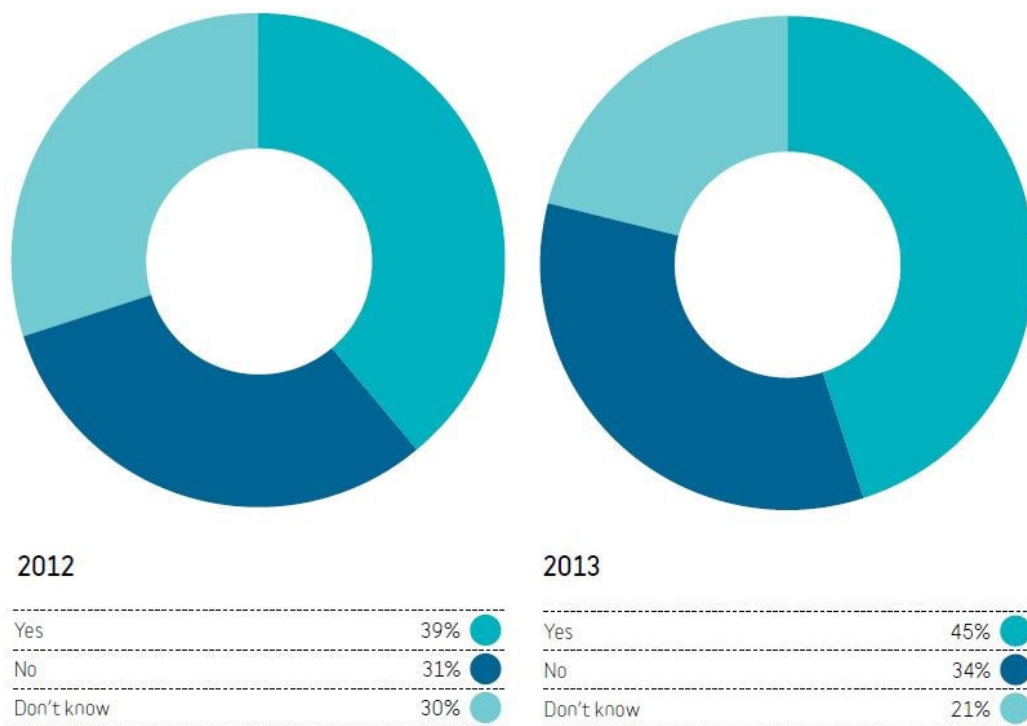


Figura 24 - Diffusione del formato IFC nel 2012 e 2013 (NBS National BIM Report 2014)

4.2.3.2 Construction Operations Building Information Exchange (COBie)

Il *Construction Operations Building Information Exchange*, comunemente chiamato COBie, è il formato aperto di interscambio dei contenuti informativi riferiti principalmente allo stadio di esercizio attualmente più utilizzato ed avanzato all'interno della gestione digitale dei processi informativi delle costruzioni.

Secondo quanto emerso dallo studio commissionato a M. P. Gallaher nel 2004, i proprietari di immobili sostengono costi significativi nella fase di gestione del bene, che si presentano a causa della mancanza di interoperabilità nella gestione elettronica delle informazioni. Alcuni gestori di grandi patrimoni immobiliari hanno provato in passato a creare sistemi propri di gestione delle informazioni

legate alla manutenzione dei beni o al loro grado di conservazione, ma lo sforzo necessario per l'implementazione di tali sistemi risultò essere troppo elevato e diseconomico. Per rendere utilizzabili tali sistemi era necessario imporre ai progettisti ed ai manutentori di utilizzare determinati applicativi informativi compatibili con il sistema, generando extra costi agli operatori dovuti all'acquisto di nuove licenze ed alla sostanziale duplicazione del carico di lavoro.²⁹

Un tentativo di unificazione dei documenti legati alla gestione e manutenzione di un'opera venne fatto dal *Naval Facility Engineering Command (NAVFAC)* con l'emanazione di un documento chiamato *Operations and Maintenance System Information (OMSI)*, attualmente incorporato nella *Unified Facilities Guide Specification (UFGS) 01781* utilizzato anche dalla *U. S. Army* e dalla *National Aeronautics and Space Administration (NASA)*. Tale documento si limita all'esplicitazione dei requisiti per la gestione dei documenti elettronici relativi alla fase di gestione e manutenzione dell'opera, senza apportare significativi risultati nell'aspetto dell'interoperabilità.³⁰

Una spinta verso lo sviluppo di un formato tale da garantire l'interoperabilità delle informazioni fu la pubblicazione nel 2007 delle *Industry Foundation Classes (IFC)* da parte dell'*International Alliance for Interoperability (IAI)* che fornì un quadro di riferimento condiviso per lo scambio di informazioni relative all'opera. Mentre tale risultato è raggiungibile per proprietari di grandi patrimoni immobiliari e case produttrici di software in grado di ammortizzare i costi di sviluppo su un'ampia organizzazione, ciò è molto più complicato per piccoli proprietari e produttori a livello artigianale. Per questo motivo, uno dei criteri base

²⁹ M. P. Gallaher, A. C. O'Connor, J. L. Dettbarn Jr, L. T. Gilday - Cost Analysis of Inadequate Interoperability in the U.S. Capital Facilities Industry - National Institute of Standards and Technology

³⁰ E. W. East - Construction Operations Building Information Exchange (COBIE), Requirements Definition and Pilot Implementation Standard – U.S. Army Corps of Engineers, 2007

per lo scambio di dati in modo efficiente è che il sistema sia di semplice utilizzo sia per i produttori che per gli operatori.

Nel Dicembre del 2005, un gruppo di sviluppatori statunitensi si riunì per sviluppare un documento chiamato *National Building Information Model Standard (NBIMS)*. Il *Construction Operations Building Information Exchange*, solitamente chiamato appunto COBie, è un componente degli standard NBIMS. L'intento del COBie è quello di migliorare il sistema di raccolta delle informazioni durante le fasi di progettazione e di produzione, e renderle quindi disponibili per le fasi di esercizio, di gestione e di manutenzione dell'opera.

Attraverso l'uso del COBie, che è sostanzialmente un formato tabellare popolato di informazioni utili nello stadio di esercizio relative a zone, spazi, relazioni, oggetti ed altro, è possibile evitare al termine dello stadio di produzione il trasferimento dei faldoni di documentazione cartacea senza comunque dover ricorrere ad applicativi informatici appositi.

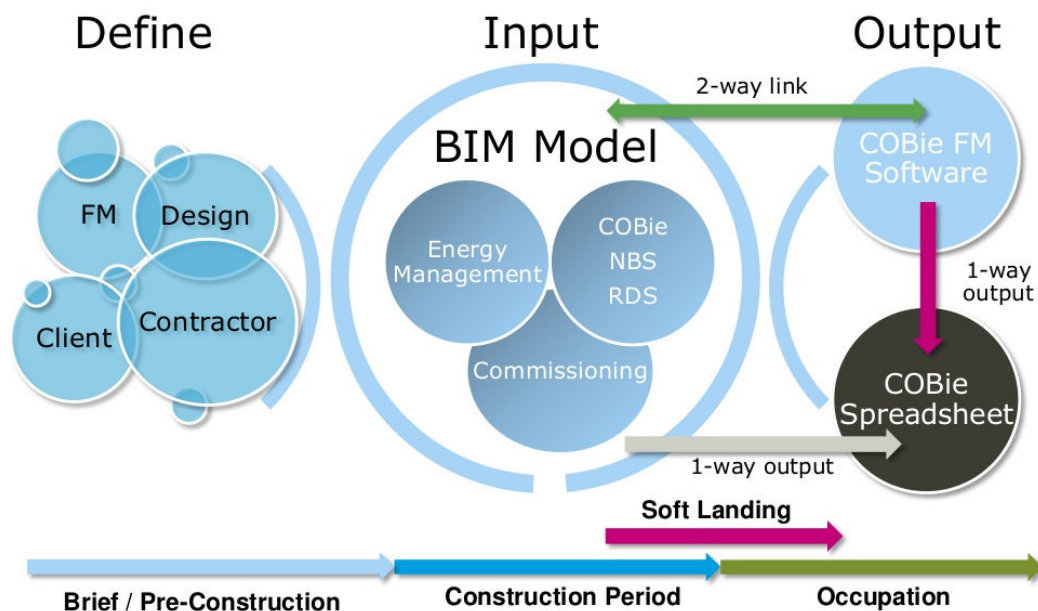


Figura 25 - Flusso di generazione del file COBie (www.bimtaskgroup.org)

I punti di forza che hanno permesso il rapido sviluppo di tale formato sono l'adozione di pratiche comunemente usate nel settore industriale e l'utilizzo di semplici moduli, fogli di calcolo e file in formato XML per lo scambio di contenuti informativi. Grazie a queste scelte il formato risulta essere ampiamente utilizzato dalle varie organizzazioni pubbliche e private del vasto settore delle costruzioni.

I punti di debolezza, che rischiano di farlo apparire come un mero strumento didattico e poco operativo, sono sostanzialmente la trattazione spesso teorica dell'argomento da parte di guide e manuali, la mancanza di una chiara procedura di creazione dei dati secondo una logica *Plan-Do-Act-Check* e l'utilizzo che se ne fa senza averne ben chiaro lo scopo, con il rischio di farlo apparire come uno strumento popolato da una mole di informazioni troppo elevata e di fatto non gestibile.

Grazie alla sua ampia adozione sono stati sviluppati un gran numero di strumenti informatici in grado di aiutare gli operatori dei vari settori a realizzare i propri file in formato COBie, spesso generandoli direttamente da file in formato IFC, e snellire l'intera procedura di trasferimento dei contenuti informativi dalla fase di produzione a quella di esercizio.

Secondo il *NBS National BIM Report 2014*, basato su una serie di interviste a professionisti del settore operanti nel Regno Unito, uno dei più avanzati nell'adozione del Building Information Modelling, la diffusione del COBie nei progetti realizzati è passata dal 15% nel 2013 al 23% nel 2014, con un incremento dell'8% in un solo anno, ed un aumento di consapevolezza riguardo all'argomento pari al 8%.³¹

³¹ NBS National BIM Report 2014

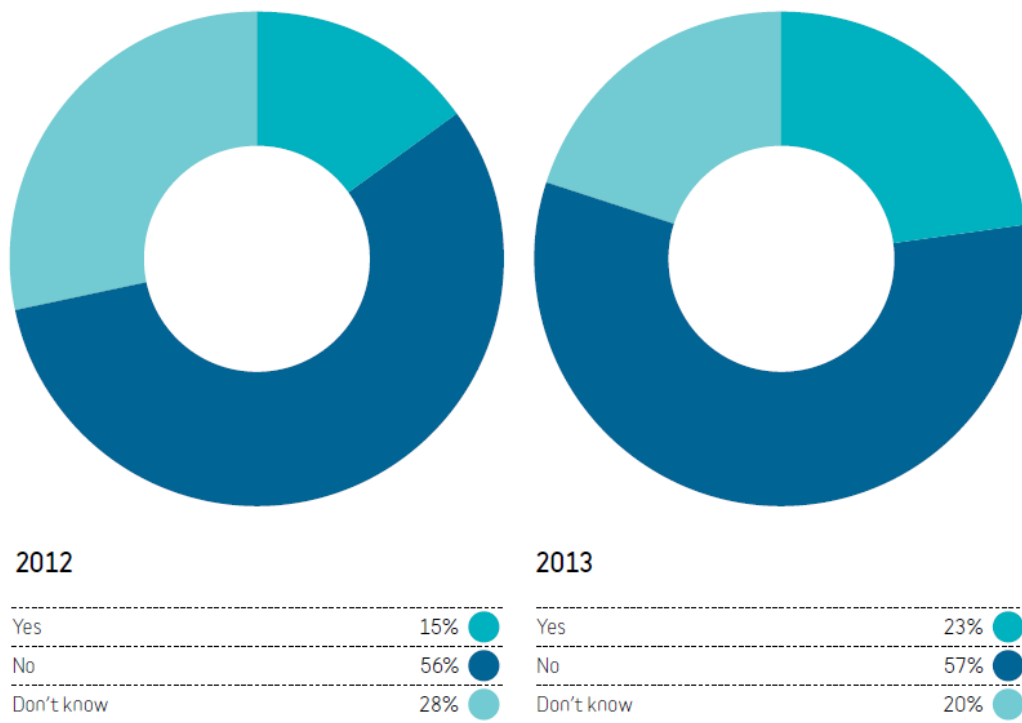


Figura 26 - Diffusione del formato COBie nel 2012 e 2013 (NBS National BIM Report 2014)

4.3 Natura del contenuto informativo

Il contenuto informativo può avere natura differente a seconda che sia strutturato o non strutturato, rielaborabile o non rielaborabile elettronicamente.

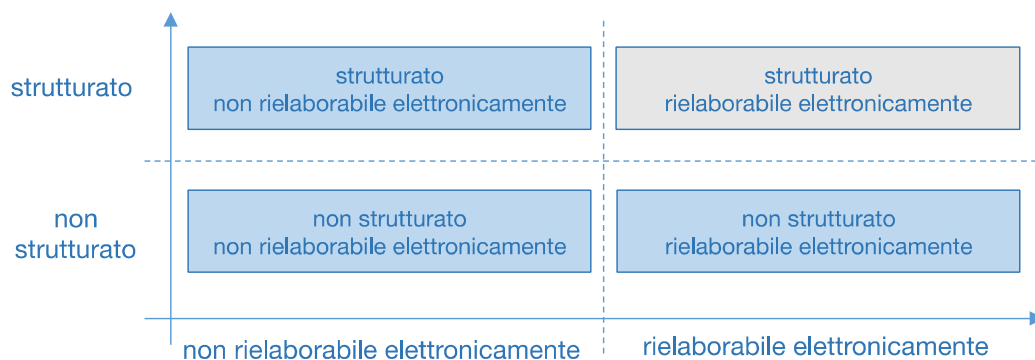


Figura 27 - Natura del contenuto informativo (elaborazione dell'autore)

Un contenuto informativo strutturato è un contenuto informativo la cui posizione è specifica all'intero di una struttura o uno schema preventivamente definito. Al contrario, un contenuto informativo non strutturato è un contenuto informativo la cui posizione non è specifica all'intero di una struttura o uno schema preventivamente definito ma è contenuto in forma libera.

A titolo esemplificativo, un computo metrico estimativo in forma tabellare, con gli elementi sull'asse delle ordinate e le voci, quali il nome, la descrizione, la quantità, il costo unitario ed il costo complessivo sull'asse delle ascisse, è popolato da contenuti informativi di natura strutturata. Ogni singolo dato inserito nella tabella assume un determinato significato in funzione della riga e della colonna in cui è inserito, ed è quindi legato alla sua posizione all'interno di una struttura preventivamente definita. Lo stesso computo metrico estimativo espresso in forma scritta discorsiva, sarebbe invece popolato da contenuti

informativi di natura non strutturata, in quanto non ci sarebbe nessuna correlazione tra il significato del contenuto stesso e la sua posizione.

Il concetto di strutturazione di un contenuto informativo non è solamente legato ai dati ed alle informazioni trasmessi su supporti di tipo digitale, ma anche a quelli trasmessi su supporti di tipo cartaceo. Se si pensa, ad esempio, allo stesso computo metrico estimativo precedentemente citato, se fosse stampato in forma tabellare risulterebbe essere popolato da contenuti informativi di natura strutturata, mentre se fosse stampato in forma discorsiva risulterebbe essere popolato da contenuti informativi di natura non strutturata.

Un contenuto informativo rielaborabile elettronicamente, comunemente detto computabile, è un contenuto informativo che può essere direttamente elaborato da una risorsa elettronica attraverso un algoritmo composto da una serie finita di operazioni. Al contrario, un contenuto informativo non rielaborabile elettronicamente, comunemente detto invece non computabile, è un contenuto informativo che non può essere direttamente elaborato da una risorsa elettronica ma è necessario un passaggio intermedio di interpretazione ed implementazione da parte di una risorsa umana.

A titolo esemplificativo, un computo metrico estimativo in forma tabellare, stampato o acquisito digitalmente in formato PDF, formato di interscambio di tipo aperto diventato standard grazie alla norma *ISO 32000-1:2008 - Document management, Portable Document Format*, è popolato da contenuti informativi non rielaborabili elettronicamente. Ogni singolo dato inserito nella tabella, infatti, non può essere rielaborato in modo automatico da una risorsa elettronica ma deve essere convertito in natura rielaborabile elettronicamente da un operatore. Lo stesso computo metrico estimativo all'interno di una tabella di Microsoft Excel, sarebbe invece popolato da contenuti informativi di natura rielaborabile elettronicamente, in quanto sarebbero direttamente rielaborabili da una risorsa elettronica senza dover ricorrere a passaggi manuali di conversione. Per

elaborazione di un contenuto informativo si intende una serie di operazioni eseguite sui dati, quali ad esempio l'esecuzione di calcoli, la sostituzione dinamica di contenuti informativi e l'esecuzione di procedure ed algoritmi.

La possibilità dei contenuti informativi di essere elettronicamente rielaborati o meno è strettamente legata all'evoluzione degli strumenti tecnologici ed informatici disponibili sul mercato ed adottati dagli operatori del processo. Se si pensa ad esempio ai risultati di una ricerca banalmente condotta su un comune motore di ricerca, fino a qualche anno fa i risultati erano basati solamente sulla ricerca di parole chiave mentre ora si basano sul fatto che l'intero linguaggio è interamente rielaborabile elettronicamente ed è quindi possibile fare un *match* con gli input di ricerca.

A titolo esemplificativo e non esaustivo, sono riportati alcuni esempi di contenuti informativi classificati in funzione della natura di appartenenza.

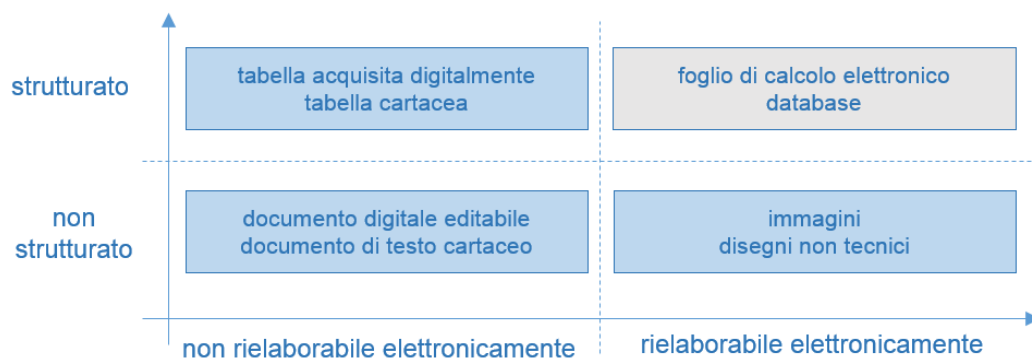


Figura 28 - Esempi di contenuti informativi classificati in funzione della loro natura (elaborazione dell'autore)

Ai fini della proposta di norma oggetto della presente tesi, il livello ottimale di maturazione della gestione informativa digitale sarebbe ottenibile attraverso l'utilizzo di contenuti informativi di natura strutturata e rielaborabile

elettronicamente, in quanto permetterebbero il raggiungimento della massima efficienza ed efficacia nella gestione dell'intero processo.

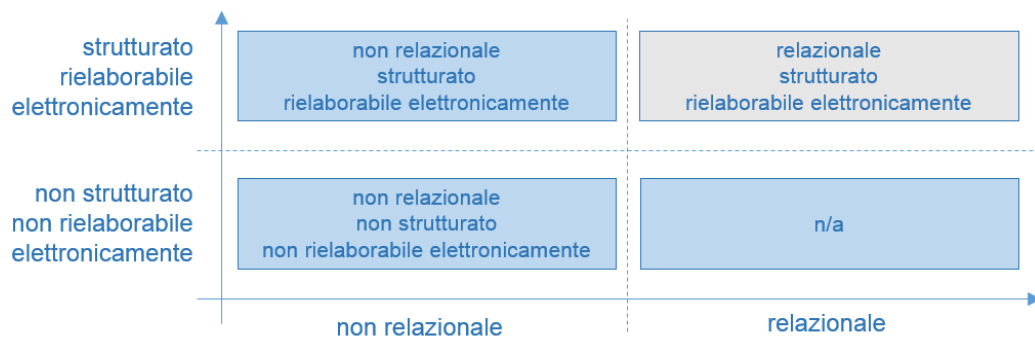


Figura 29 - Natura del contenuto informativo in funzione alla sua relazionalità (elaborazione dell'autore)

I contenuti informativi di natura strutturata e rielaborabile elettronicamente possono essere a loro volta relazionali o non relazionali. Un contenuto informativo relazionale è un contenuto informativo che è collegato in modo diretto o indiretto ad un altro contenuto informativo. Al contrario, un contenuto informativo non relazionale è un contenuto informativo che non è collegato ad un altro contenuto informativo. Per collegamento diretto si intende un legame di primo livello, ovvero che due o più contenuti informativi siano collegati direttamente tra loro e la modifica di uno di essi comporterebbe automaticamente la modifica dell'altro. Per collegamento indiretto si intende invece un legame di secondo livello, ovvero che due o più contenuti siano collegati indirettamente tra loro e la modifica di uno di essi non comporta automaticamente la modifica dell'altro, generando quindi delle incongruenze. È del tutto evidente che un contenuto informativo non strutturato e non rielaborabile non può comunque essere relazionale.

Per una compiuta gestione digitale del processo è preferibile l'impiego di contenuti informativi strutturati, rielaborabili elettronicamente e relazionali. Ogni

altra differente combinazione presenta limiti informativi il cui impiego, preferibilmente, deve essere limitato e giustificato dal particolare contesto (in genere in ragione dell'evoluzione tecnologia o della tecnologia disponibile).

4.4 Composizione ed esplicitazione del contenuto informativo

Il contenuto informativo del processo delle costruzioni si compone di dati e informazioni, geometrici e non geometrici, che si palesano attraverso veicoli per la loro rappresentazione e gestione di natura grafica o documentale.

- I veicoli informativi grafici gestiscono prioritariamente i contenuti informativi geometrici e, parzialmente, quelli non geometrici.
- I veicoli informativi documentali gestiscono prioritariamente i contenuti informativi non geometrici e, parzialmente, quelli geometrici.

Se si pensa ad un classico veicolo informativo grafico attualmente disponibile sul mercato, quali ad esempio Autodesk Revit e Nemetschek AllPlan, essi sono in grado di visualizzare e gestire non solamente i contenuti informativi geometrici, ma in parte anche quelli non geometrici. L'esempio più lampante è quello dell'attribuzione dei materiali alle varie geometrie, che anche non essendo un contenuto informativo geometrico è sempre presente nei modelli grafici relazionali. Questo fatto, che potrebbe generare a livello logico alcuni dubbi relativi a come e dove è rappresentato un contenuto informativo, è però di fondamentale importanza in quanto garantisce la massima comunicabilità dei veicoli informativi.

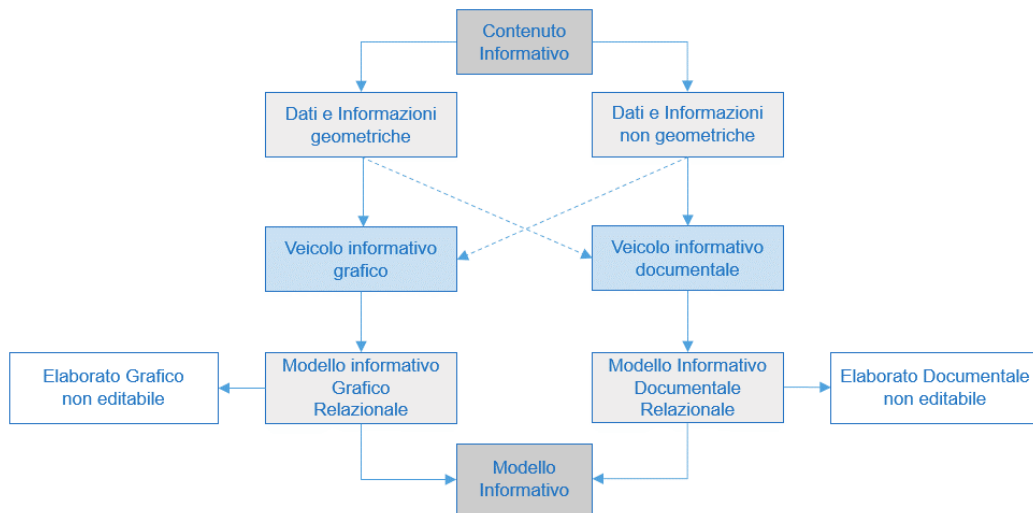


Figura 30 - Schema dei veicoli informativi (elaborazione dell'autore)

I veicoli informativi si suddividono, in ragione del supporto, in:

- Digitali: modelli parametrici ed elaborati, grafici e documentali
- Cartacei: elaborati grafici e documentali.

Nell’ottica della piena digitalizzazione del processo delle costruzioni, e dei contenuti informativi di cui è composto, è notevolmente incentivata l’adozione di veicoli informativi digitali al fine di garantire la loro piena reperibilità ed utilizzabilità da parte dei vari attori della filiera. I veicoli informativi cartacei, necessariamente presenti nella fase di transitorio, dovrebbero essere acquisiti digitalmente ed inseriti nel processo in modo da poter “dialogare” con i veicoli informativi digitali.

I veicoli informativi, digitali e cartacei, si differenziano in ragione della natura dei contenuti informativi dagli stessi gestiti, come segue:

VEICOLO	CONTENUTO INFORMATIVO		
MODELLO GRAFICO RELAZIONALE (BIM)	S	Ri	Re
MODELLO DOCUMENTALE RELAZIONALE	S	Ri	Re
SCHEDA INFORMATIVA	S	Ri	nRe
ELABORATO GRAFICO EDITABILE (CAD VETTORIALE)	S	nRi / Ri	nRe
ELABORATO DOCUMENTALE EDITABILE	nS / S	nRi	nRe
ELABORATO GRAFICO NON EDITABILE	nS	nRi	nRe
ELABORATO DOCUMENTALE NON EDITABILE	nS / S	nRi	nRe

Tabella 2 - Tipologie di veicoli informativi in funzione della natura dei contenuti veicolati (elaborazione dell'autore)

Dove:

S – strutturato; nS – non strutturato;
 Ri – rielaborabile; nRi – non rielaborabile;
 Re – relazionale; nRe – non relazionale.

La tabella ha il solo scopo di indicare le principali differenze tra i vari veicoli informativi in funzione della loro strutturabilità, rielaborabilità e relazionalità, ed

è relativa allo stato medio attuale degli applicativi informatici disponibili sul mercato.

Nel processo informativo delle costruzioni, i contenuti informativi digitali sono raccolti ed archiviati nell’Ambiente Condiviso di raccolta Dati (ACD), che è la piattaforma virtuale regolamentata di gestione dei contenuti informativi. I contenuti informativi digitali assieme a quelli cartacei sono a loro volta archiviati in un *Data Room*, che è il luogo virtuale e fisico di conservazione dei contenuti informativi relativi al processo informativo delle costruzioni su supporto digitale e cartaceo.

Nel processo informativo digitale delle costruzioni il veicolo informativo di filiera non è più rappresentato dal “Progetto”, inteso come insieme di elaborati i cui contenuti sono dettati dal Codice Appalti³², ma dal Modello Informativo, che non è più relativo al solo stadio di progettazione ma all’intero processo.



Figura 31 - Confronto tra il progetto nel processo tradizionale ed il modello informativo nel processo digitale (elaborazione dell'autore)

Il Modello Informativo è l’insieme dei contenuti informativi, geometrici e non geometrici, di filiera, relativi ad ogni stadio o fase del processo informativo del settore delle costruzioni, dalla strategia alla dismissione dell’opera.

³² D. Lgs. 12 Aprile 2006, N. 163. Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione alle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE

4.5 Ambiti del contenuto informativo

Durante l'intero processo informativo delle costruzioni, che si estende dalla fase esigenziale a quella di gestione e manutenzione, si ha la produzione di un'elevatissima quantità di contenuti informativi che hanno lo scopo di definire compiutamente, ed ogni suo particolare, l'opera. All'interno di una così elevata quantità di contenuti informativi, spesso trattati da differenti attori del processo, è facile perdere di vista la trattazione di alcuni argomenti o non definirli in modo compiuto. Per ordinare i contenuti informativi da produrre, e renderli quindi maggiormente gestibili, e soprattutto per evidenziare il concetto di olisticità dei contenuti informativi inseriti nel modello, è stata operata una categorizzazione dell'intera mole di dati ed informazioni relativi all'intera opera in differenti ambiti, ognuno dei quali caratterizzato dalle informazioni cardinali necessarie per definirlo in modo compiuto.

A titolo esemplificativo e non esaustivo, i contenuti informativi di prodotto e processo possono riguardare quindi una pluralità di ambiti informativi, tra i quali:

- Ambientale/Paesaggistico: relativo alle discipline ambientali, quali ad esempio la geologia, l'idrologia e l'analisi dell'impatto;
- Tecnico: relativo alle discipline tecniche, quali ad esempio l'architettura, l'ingegneria strutturale, l'ingegneria impiantistica, la geotecnica, la sismica, l'archeologia e la sicurezza;
- Economico: relativo alle discipline economiche, quali ad esempio la finanza e l'organizzazione dei fattori produttivi;
- Programmatico: relativo alle discipline di programmazione produttiva ed operativa, quali ad esempio il project management e l'analisi dei tempi;
- Legale: relativo alle discipline legali, quali ad esempio l'amministrazione, la contrattualistica, le autorizzazioni ed i permessi di enti terzi;

- Amministrativo: relativo alle discipline amministrative, quali ad esempio l'urbanistica, la contabilità e le certificazioni;
- Informatico: relativo alle discipline informatiche, quali ad esempio la gestione ed il trasferimento di file.

Tale categorizzazione è puramente indicativa, e potrebbe quindi essere modificata o ampliata in funzione delle esigenze. Per esempio, l'ambito della sicurezza si potrebbe scorporare dall'ambito tecnico nel quale è contenuto, e creare quindi un nuovo ambito a se stante a causa dell'elevata importanza di tale aspetto.

Al fine di garantire la completezza dei contenuti informativi, per ogni ambito precedentemente introdotto dovrebbero essere fornite le sei informazioni cardinali necessarie per definirlo, ovvero devono essere compiutamente definiti:

- Soggetti coinvolti: colui che redige o è coinvolto dal contenuto informativo, compreso il richiedente, il destinatario, colui che ne ha la responsabilità o ne verifica i contenuti dal lato progettista o dal lato committente;
- Oggetto: ciò a cui il contenuto informativo si riferisce;
- Quantità: caratteri misurabili del contenuto informativo, compresi quelli riguardanti gli aspetti economico-monetari;
- Tempi: gli aspetti temporali di interesse dell'ambito, compresi i tempi di redazione, la durata o la validità del contenuto informativo;
- Qualità: caratteri non misurabili del contenuto informativo, intesi come rispondenza a determinati requisiti espressi in modo esplicito o implicito;
- Ubicazione: la reperibilità e conservazione del contenuto informativo all'interno dell'archivio informatico, ed eventualmente cartaceo, in cui essa è conservata.

Durante lo sviluppo della struttura del processo informativo delle costruzioni, successivamente trattato nel capitolo 5, ci si è inoltre posti il problema di come

legare la documentazione attualmente richiesta per i progetti gestiti in modo tradizionale dal Codice Appalti³³ e dal Regolamento Appalti³⁴ ad un possibile schema di documenti, analoghi nei contenuti ma caratterizzati spesso da un grado di certezza ed affidabilità del dato notevolmente maggiore, da richiedere nella gestione digitale dei processi informativi delle costruzioni. Tale analisi, oggetto della proposta di norma UNI 11337-4:2016 non trattata della presente tesi, ha portato ad una scomposizione dei documenti in famiglie, che sono congruenti agli ambiti indicati. Attraverso una categorizzazione dei contenuti informativi in questi ambiti risulta quindi immediato il parallelismo tra gli ambiti dei contenuti informativi e le famiglie di documenti da produrre durante l'intero processo informativo delle costruzioni, in cui i contenuti informativi di uno specifico ambito sono quelli necessari per produrre la documentazione della famiglia corrispondente. A titolo esemplificativo, i contenuti informativi relativi alla geologia, facente parte dell'ambito ambientale, quali ad esempio la portanza del terreno, la composizione stratigrafica e altro, sono quelli necessari per produrre la relazione geologica, che fa parte della famiglia di documenti ambientali. Lo stesso parallelismo vale per gli altri ambiti.

L'intensità ed il grado di approfondimento cui sono trattati i singoli ambiti sono fortemente legati all'entità ed alla tipologia di opera in oggetto. Indipendentemente da ciò, un'opera può essere considerata compiutamente definita solamente quando è stata trattata in tutti i suoi ambiti, e per ognuno di essi sono fornite tutte le informazioni cardinali.

Un approccio di questo genere inoltre, se opportunamente supportato, potrebbe essere di vitale importanza nelle attività di validazione e *checking* dei contenuti informativi. Attraverso una matrice in cui sono riportati gli ambiti dei contenuti

³³ D. Lgs. 12 Aprile 2006, N. 163 – Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE

³⁴ D.P.R. 5 Ottobre 2010, N. 207 – Regolamento di esecuzione ed attuazione del D. Lgs. 12 Aprile 2006, N. 163

informativi sull'asse delle ordinate e le informazioni cardinali sull'asse delle ascisse, sarebbe possibile ottenere una checklist immediata degli ambiti non trattati o delle informazioni cardinali mancanti, fermo restando il fatto che sarà comunque necessaria un'operazione di verifica di quanto riportato nei contenuti informativi stessi.

OPERA	Soggetti coinvolti	Oggetto	Quantità	Tempi	Qualità	Ubicazione
Ambientale						
Paesaggistico						
Tecnico						
Economico						
Programmatico						
Legale						
Amministrativo						
Informatico						

Tabella 3 - Matrice di validazione di primo livello degli ambiti informativi e delle informazioni cardinali (elaborazione dell'autore)

A titolo esemplificativo si pensi alla procedura di validazione dei contenuti informativi per la chiusura di una fase dello stadio di progettazione ed il passaggio alla fase successiva. Una volta considerata completata una determinata fase, la procedura di validazione prevede che la *Data Room* venga congelata allo stato di fatto e resa accessibile all'organismo validante, il quale provvederà a valutarne

la completezza ed i contenuti. Attraverso una matrice come quella precedentemente proposta sarebbe possibile spuntare le informazioni cardinali trattate dai vari ambiti ed avere un quadro generale delle informazioni cardinali mancanti. Attraverso la piena adozione di contenuti informativi di natura strutturata e rielaborabile elettronicamente e lo sviluppo di appositi applicativi informatici, tale operazione potrebbe essere eseguita in maniera automatica, lasciando all'organo validante il solo compito di valutare la coerenza dei contenuti informativi e ciò che essi esprimono. Qualora il processo digitale fosse gestito con un livello di maturità informativa digitale di tipo avanzato o ottimale, argomento precedentemente trattato nel paragrafo 3.3, la coerenza dei contenuti informativi sarebbe automaticamente garantita dal tema dell'unicità del dato all'interno del Modello Informativo, ed all'organo validante spetterebbe solo il compito di valutazione di quanto espresso dai contenuti informativi per quegli ambiti in cui tale procedura non sia già realizzabile in modalità automatica. Tale ragionamento vale sia per la procedura di validazione da parte di un ente terzo dei contenuti informativi relativi all'intera opera o a parte di essa, sia per la procedura di verifica interna da parte di un soggetto che ne ha la responsabilità, quale ad esempio il BIM Manager.

Per avere una controllabilità maggiore durante tale attività e rendere più efficace l'adozione della categorizzazione in ambiti nella procedura validazione di primo livello, ovvero incentrata alla sola presenza o meno dei contenuti informativi relativi ai vari ambiti, sarebbe opportuno avere un livello di granularità maggiore. Questo risultato sarebbe ottenibile suddividendo i vari ambiti nelle discipline che ne fanno parte. Di seguito è riportata, a mero titolo esemplificativo, una possibile suddivisione dell'ambito tecnico nelle varie discipline che ne fanno parte.

TECNICO	Soggetti coinvolti	Oggetto	Quantità	Tempi	Qualità	Ubicazione
Architettura						
Ing. Strutturale						
Ing. Impiantistica						
Geotecnica						
Sismica						
Archeologia						
Sicurezza						

Tabella 4 - Matrice di validazione di secondo livello delle discipline e delle informazioni cardinali (elaborazione dell'autore)

Per quanto precedentemente indicato, la categorizzazione in ambiti informativi può essere dunque utile, oltre che per sottolineare l'olisticità del Modello Informativo e fare da promemoria di tutti gli ambiti che devono essere necessariamente trattati dai contenuti informativi durante le fasi del processo, anche per l'attività di validazione di primo livello.

4.6 Stato di sviluppo e stato di approvazione del contenuto informativo

La gestione digitale dei processi informativi delle costruzioni, comunemente chiamata Building Information Modelling, è caratterizzata dalla collaborazione di un elevato numero di attori del processo all'interno dello stesso ambiente condiviso di gestione e raccolta dei dati. Se da un lato questo aspetto presenta numerosi vantaggi, esso comporta indubbiamente anche dei rischi, legati

principalmente al fatto che spesso il contenuto informativo elaborato da un operatore è legato al risultato del lavoro di un altro operatore. Schematizzando l'attività di un operatore all'interno del processo, sia esso un progettista o un esecutore in generale, come l'elaborazione di una serie di input con il fine di ottenere un determinato output, è chiaro che il risultato finale prodotto è fortemente legato alla qualità degli input ricevuti.

Al fine di garantire la consapevole fruizione di dati e informazioni tra i vari soggetti interessati nel processo delle costruzioni è stato ritenuto necessario introdurre lo stato di sviluppo del contenuto informativo ed il suo stato di approvazione, i quali hanno rispettivamente lo scopo di definire il grado di lavorazione e disponibilità del contenuto informativo ed il suo grado di affidabilità.

La funzione di questi due stati è quella appunto di permettere ad un operatore che ha la necessità di sviluppare contenuti di sua competenza che si basano su contenuti informativi prodotti da altri, e disponibili all'interno dell'ambiente condiviso di gestione e raccolta dati, di sapere in che modo utilizzarli in funzione delle modifiche che essi potrebbero ancora subire.

A titolo esemplificativo si pensi ad un'opera residenziale la cui fase progettazione funzionale/spaziale, analizzata nel successivo capitolo, sia stata appaltata a differenti operatori che collaborano all'interno di un ambiente condiviso di gestione e raccolta dati. L'elaborazione dei contenuti informativi architettonici e quelli dei contenuti informativi impiantistici non saranno totalmente indipendenti tra loro, ma l'elaborazione di uno deve necessariamente tener conto dell'elaborazione dell'altro e viceversa. Ciò implica che l'impiantista vada nell'ambiente condiviso di gestione e raccolta dati ad importare nel proprio applicativo informatico i contenuti informativi elaborati dall'architetto ed esso faccia la stessa operazione con i contenuti informativi dell'impiantista. Per semplificare l'esempio si ipotizza che tra le due discipline, quella architettonica

abbia la prevalenza su quella impiantistica, ovvero che gli elaborati degli impianti devono adattarsi alla parte architettonica e non viceversa. In questo scenario, l'architetto sviluppa i suoi contenuti informativi e l'impiantista li prende e li utilizza come base sul quale sviluppare i propri. Tenendo conto che all'interno dell'ambiente condiviso di gestione e raccolta dati non sono presenti solamente file definitivi ma anche temporanei, l'impiantista rischierebbe di basare lo sviluppo dei propri contenuti informativi su dati ed informazioni ancora suscettibili di modifiche, che rischierebbero di rendere vana la sua elaborazione. Viceversa, l'impiantista non può attendere che l'architetto abbia ultimato lo sviluppo dell'intera mole di contenuti informativi di sua competenza in quanto si avrebbero una gran quantità di tempi improduttivi, che potrebbero essere utilizzati per l'elaborazione di contenuti informativi preliminari. Per questo motivo è di fondamentale importanza sapere se il contenuto informativo, elaborato da un operatore e presente nell'ambiente condiviso di gestione e raccolta dati, sia in fase di elaborazione, sia condiviso, sia pubblicato o sia superato.

Lo stato di approvazione del contenuto informativo si basa su un procedimento analogo, andando però a trattare non tanto gli aspetti operativi del contenuto quanto gli aspetti autorizzativi, dai quali scaturisce l'affidabilità del contenuto informativo stesso.

I due stati introdotti non sono stati pensati all'interno di un diagramma di flusso operativo ma sono stati pensati come meri attributi, indipendenti tra loro, dei contenuti informativi, per consentirne una loro consapevole fruizione da parte degli operatori interessati ed evitare sprechi di tempo e risorse nell'elaborazione di contenuti informativi basati su contenuti informativi prodotti da altri ed ancora suscettibili di modifiche.

Il fatto che stato di sviluppo e stato di approvazione siano in buona sostanza indipendenti tra loro fa in modo essi non siano efficacemente esprimibili attraverso una matrice che li mette in relazione ma attraverso una semplice tabella, in cui per ogni contenuto sono riportati i due codici.

Contenuto informativo	Stato di sviluppo	Stato di approvazione
.....	S2	A3
.....	S3	A2
.....	S5	A4

Tabella 5 - Codici di stato di un contenuto informativo (elaborazione dell'autore)

Nella pratica comune accade spesso che all'interno di ogni singola commessa vengano stabiliti, nella maggior parte dei casi da parte del *general contractor*, una serie di stati e codici associati. Tenendo conto che gli attori cambiano da processo a processo, si ha che essi devono necessariamente adattarsi di volta in volta alla convenzione indicata a livello contrattuale. Solitamente tali convenzioni, più o meno articolate in funzione dell'entità dell'opera e del *general contractor*, sono caratterizzate dall'utilizzo di codici molto simili, nella maggior parte uguali, che fanno riferimento a stati differenti, e ciò finisce inevitabilmente per creare confusione o fraintendimenti e rallentare il processo.

Per questo motivo si è ritenuto opportuno indicare all'interno di una proposta di norma UNI una classificazione base degli stati di sviluppo del contenuto informativo relativa a quegli stati sempre presenti all'interno del processo, indipendentemente dall'entità dell'opera e del *general contractor*. Tale

classificazione è stata sviluppata volutamente in senso ampio e generale, con l'intento di essere adattabile alla totalità dei casi ed essere eventualmente ampliata a seconda delle necessità dello specifico processo.

4.6.1 Stato di sviluppo del contenuto informativo

Lo stato di sviluppo definisce il grado di lavorazione e disponibilità del contenuto informativo. Esso, infatti, tiene anche conto dell'ampiezza del gruppo di attori del processo delle costruzioni al quale il contenuto informativo è reso disponibile ed utilizzabile.

Sono definiti come segue cinque stati di sviluppo del contenuto informativo, legati ad una sequenzialità logica di processo. Per sequenzialità logica di processo si intende che un contenuto informativo, generalmente, viene prima richiesto, poi elaborato, successivamente condiviso e pubblicato, ed in alcuni casi superato a causa della decadenza della sua validità o a seguito di una versione successiva.

Nella maggior parte dei casi il passaggio del contenuto informativo da uno stato di sviluppo all'altro è legato ad un percorso autorizzativo che si conclude con il parere di un attore del processo che ne ha le competenze, il ruolo e la responsabilità.

Cod.	Nome	Descrizione
S1	In fase di richiesta	Il contenuto informativo è richiesto da un attore del processo, compresa la committenza.
S2	In fase di elaborazione o aggiornamento	Il contenuto informativo è in fase di elaborazione e può essere utilizzato solamente all'interno del ristretto gruppo di operatori responsabili delle sua elaborazione o aggiornamento.

S3	Condiviso	Il contenuto informativo è completo per specifiche discipline ma ancora suscettibile di modifiche e viene messo a disposizione del gruppo di operatori coinvolti nel singolo processo informativo.
S4	Pubblicato	Il contenuto informativo è concluso e non modificabile, viene messo a disposizione di tutti gli operatori della filiera (libreria digitale) e può essere utilizzato nel rispetto delle limitazioni poste dall'autore del contenuto stesso.
S5	Superato	Il contenuto informativo è relativo ad una versione antecedente a quella in vigore ed è stato sostituito da una versione aggiornata o non ha più validità. Le versioni superate sono mantenute in appositi archivi storici con tempi e modalità di conservazione definite.

Tabella 6 - Stati di sviluppo di un contenuto informativo (elaborazione dell'autore)

Per chiarezza, la differenza tra lo stato S3 “condiviso” e lo stato S4 “pubblicato” è relativa, oltre allo sviluppo del contenuto informativo, alla sua disponibilità ai vari operatori della filiera delle costruzioni. Mentre un contenuto informativo allo stato S3 è disponibile ai soli operatori del determinato ambito di cui esso fa parte, lo stesso contenuto informativo allo stato S4 è disponibile a tutti gli operatori della filiera, fatte salve le limitazioni poste dall'autore del contenuto informativo stesso.

Anche lo stato S5, relativo ai contenuti informativi considerati superati a seguito della loro sostituzione con contenuti informativi aggiornati o della loro

decorrenza di validità, sono di fondamentale importanza all'interno del processo informativo delle costruzioni in quanto permettono di mantenere un archivio storico, solitamente informatico e non cartaceo, da utilizzare per intraprendere scelte progettuali consapevoli ed avere il materiale necessario per prendere un giudizio basato su prove certe in caso di contenzioso.

La classificazione precedentemente introdotta è sostanzialmente differente dai codici di stato S introdotti dalla PAS 1192-2:2013 inglese, in quanto non sono relativi al destinatario per cui sono stati prodotti ma solamente allo sviluppo a cui sono giunti.

4.6.2 Stato di approvazione del contenuto informativo

Lo stato di approvazione definisce il grado di affidabilità del contenuto informativo.

Sono definiti come segue quattro stati di approvazione del contenuto informativo. A differenza degli stati di sviluppo del contenuto informativo, gli stati di approvazione non sono legati tra loro da una sequenzialità puramente logica di processo, in quanto al primo stadio può necessariamente seguire uno solo dei successivi tre stati.

Il passaggio del contenuto informativo dal primo stato di approvazione “da approvare” ad uno degli stati successivi è strettamente legato al parere di un attore del processo che ne ha le competenze, il ruolo e la responsabilità.

Cod.	Nome	Descrizione
A1	Da approvare	Il contenuto informativo non è ancora stato sottoposto alla procedura di approvazione.
A2	Approvato	Il contenuto informativo è stato sottoposto alla procedura di approvazione ed ha ottenuto un esito positivo.
A3	Approvato con commento	Il contenuto informativo è stato sottoposto alla procedura di approvazione ed ha ottenuto un esito parzialmente positivo, con indicazioni relative a modifiche vincolanti da apportare al contenuto stesso per il successivo sviluppo progettuale ed/o agli specifici usi per cui è considerato approvato.
A4	Non approvato	Il contenuto informativo è stato sottoposto alla procedura di approvazione ed ha ottenuto un esito negativo, ed è pertanto rigettato.

Tabella 7 - Stati di approvazione di un contenuto informativo (elaborazione dell'autore)

Tali stati introdotti ricalcano sostanzialmente quelli indicati nella norma UNI EN ISO 9000 relativa ai sistemi di gestione per la qualità. Rispetto agli stati “approvato” e “non approvato”, i quali rappresentano un responso rispettivamente positivo e negativo, lo stato “approvato con commento” costituisce un giudizio intermedio, con la necessità di apportare le modifiche indicate nel commento per l’ottenimento dell’approvazione definitiva.

È di fondamentale importanza ricordare il fatto che la classificazione introdotta è in termini generali, per cui l’approvazione a cui si riferisce non è solamente quella del committente in senso stretto, ma quella del soggetto preposto di volta in volta

ad esprimersi. Per approvazione non si intende quindi solo quella espressa dal committente, ma anche quella del BIM Manager, quella del BIM Coordinator o quella dei vari soggetti responsabili all'interno del progetto. Si pensi ad esempio ad un contenuto informativo prodotto da un operatore che deve semplicemente essere condiviso per essere utilizzato come base di partenza per l'elaborazione di un contenuto informativo da parte di un altro operatore. Al di là del fatto che il contenuto informativo si trovi ad uno stato di sviluppo S2 o S3, esso si troverà necessariamente allo stato di approvazione A1, e dopo essere stato sottoposto alla verifica del responsabile del team di cui fa parte, si troverà allo stato A2, A3 o A4 in funzione dell'esito di tale verifica. Anche lo scopo per cui un contenuto informativo può essere approvato non è fisso ma può spaziare dall'approvazione per la condivisione, a quella per la pubblicazione o il passaggio alla fase successiva.

Questa classificazione fuori contesto, che rischia di risultare poco concreta e troppo generica, permette in realtà di fornire una classificazione base da applicare a tutti i processi ed essere eventualmente ampliata in funzione dello specifico intervento. Tale aspetto, che potrebbe risultare di poco conto, è invece di fondamentale importanza perché fornisce una classificazione base condivisa da tutti gli attori della filiera, andando inevitabilmente a ridurre il rischio di fraintendimenti ed incomprensioni.

Le procedure relative all'utilizzo degli stati introdotti, al quale sono abbinati dei codici in modo da renderli efficacemente utilizzabili da qualsiasi applicativo gestionale che operi all'interno dell'Ambiente Condiviso Raccolta dati, sono oggetto della proposta di norma UNI 11337-5:2016 relativa ai flussi informativi. Nella presente tesi vengono solo introdotti e descritti in modo generale, in quanto attributi dei contenuti informativi all'interno dell'ambiente condiviso di gestione e raccolta dati.

A titolo puramente esemplificativo, un possibile flusso informativo dei dati e delle informazioni all'interno dell'Ambiente Condiviso di Raccolta dati potrebbe essere quello indicato nello schema seguente:

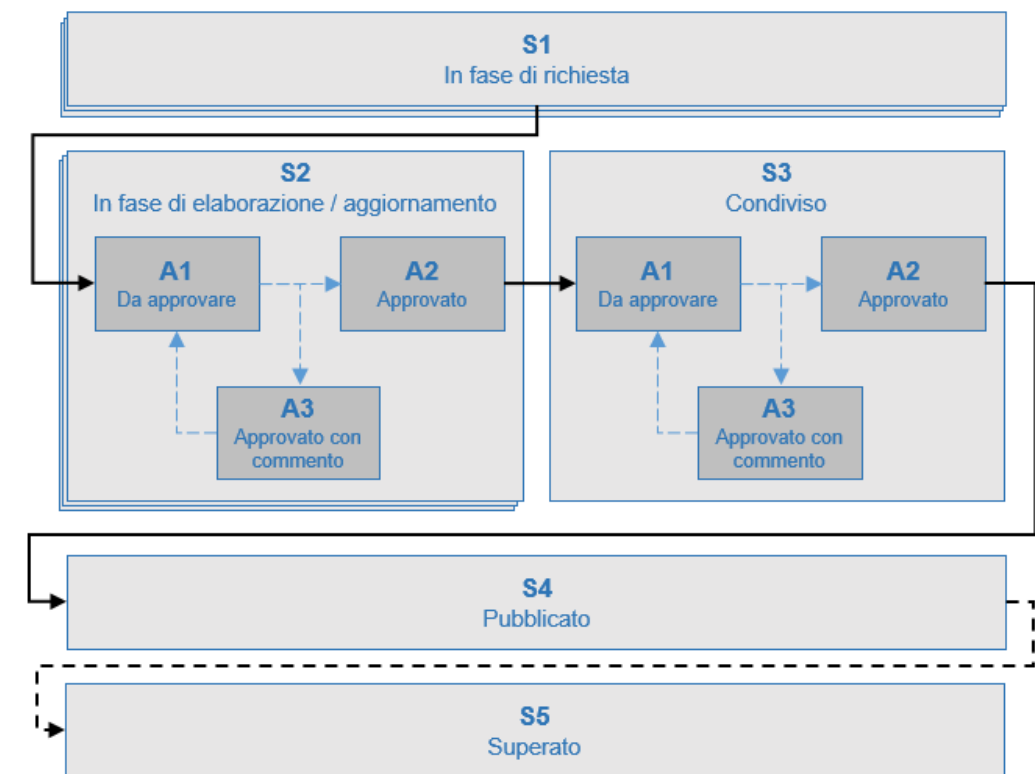


Figura 32 - Schema di sviluppo ed approvazione di un contenuto informativo (elaborazione dell'autore)

5 Struttura del processo informativo delle costruzioni

5.1 Generalità

“3.3.2 Construction process

Process which uses construction resources to achieve construction results.

Note Each construction process may be split up into its component processes.”³⁵

Come definito dalla norma *ISO/FDIS 12006-2:2014 – Building Construction; Organization of information about construction works; Framework for classification* nella sua sezione terminologica, il processo delle costruzioni è il processo che utilizza risorse da costruzione per raggiungere risultati costruttivi. Tale definizione, troppo generale per essere applicabile, risulta comunque utile per definire lo scopo del processo, ovvero l’ottenimento di un’opera con il quale rispondere a determinati bisogni costruttivi.

In relazione alla gestione digitale tramite la metodologia Building Information Modelling, la definizione più adeguata del processo delle costruzioni è: Il processo delle costruzioni è la sequenza strutturata di fasi che si susseguono

³⁵ *ISO/FDIS 12006-2:2014 – Building Construction; Organization of information about construction works; Framework for classification*

durante l'intero ciclo di vita dell'opera, dall'espressione delle esigenze del committente al loro soddisfacimento.

Attraverso tale definizione, risulta immediatamente evidente l'attenzione posta su cinque aspetti di fondamentale importanza:

- *Il processo delle costruzioni è una sequenza strutturata di fasi* - ciò indica che è un processo suddiviso in varie fasi, differenti tra loro per alcuni aspetti e caratterizzate da vincoli reciproci;
- *che si susseguono* - ciò indica che le varie fasi che compongono il processo sono consequenziali tra loro;
- *durante l'intero ciclo di vita dell'opera* - ciò indica che il processo non è relativo alla sola progettazione dell'opera, ma comprende anche una parte precedente di programmazione ed una parte successiva di produzione ed esercizio di quanto progettato;
- *dall'espressione delle esigenze del committente* - ciò indica che l'inizio del processo delle costruzioni è sempre legato ad un bisogno da soddisfare, il quale dovrà necessariamente essere recepito e posto alla base dell'intero processo;
- *al loro soddisfacimento* - ciò indica che il processo non è mai fine a se stesso ma è sempre legato ad obiettivi di qualità, intesa come rispondenza a determinate esigenze esplicite o implicite.

Il processo delle costruzioni può dunque essere un valido strumento per la gestione ed il controllo dell'intero processo, all'interno del quale collocare in modo strutturato tutte le attività necessarie per raggiungere determinati scopi.

5.2 Stato attuale

Le strutture dei processi delle costruzioni si basano attualmente su due linee di pensiero, una di stampo tipicamente latino con la suddivisione dell'intero

processo in un ridotto numero di stadi del quale vengono fornite definizioni sostanzialmente prescrittive, ed una di stampo tipicamente anglosassone con la suddivisione dell'intero processo in un elevato numero di stadi del quale vengono fornite definizioni sostanzialmente prestazionali/funzionali.

Un esempio di queste due differenti filosofie è fornito, da una parte dal Codice Appalti italiano, “*D. Lgs. 12 Aprile 2006, N. 163. Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione alle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE*”, nel quale sono indicati sostanzialmente solo tre livelli di progettazione e la procedura collaudo ma di essi sono compiutamente definiti i contenuti minimi ed i documenti da produrre, mentre dall'altra dal *RIBA Plan of Work 2013*, nel quale sono indicati otto differenti *stages* relativi all'intero processo e di essi sono definiti solamente gli scopi e gli obiettivi.

Entrambe le linee di pensiero presentano sia vantaggi che svantaggi. La prima, di carattere prescrittivo e quindi molto rigorosa, punta alla completa definizione di tutti i documenti da produrre e di ognuno di essi ne tratta contenuti minimi e livelli di dettaglio. La seconda, di carattere prestazionale e quindi più flessibile, punta al raggiungimento dei risultati dello specifico processo senza indicare nel dettaglio gli obblighi da rispettare. A fronte di una maggior possibilità di controllo e validazione, un processo basato sulla logica prescrittiva presenta spesso notevoli limiti di adattabilità allo specifico processo.

5.2.1 Codice Appalti / Regolamento Appalti

A livello nazionale, la struttura del processo delle costruzioni è fondamentalmente quella legata a quanto regolamentato all'interno del Codice Appalti “*D. Lgs. 12 Aprile 2006, N. 163. Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione alle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE*” e del Regolamento Appalti “*D.P.R. 5 Ottobre 2010, N. 207. Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 Aprile 2006, n. 163, recante Codice dei*

contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione alle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE”.

Il Codice Appalti, emanato il 12 Aprile 2006 ed entrato in vigore l'1 Luglio dello stesso anno, è il decreto della Repubblica Italiana che ha lo scopo di raccogliere in modo organico l'intero apparato normativo relativo alla regolamentazione giuridica dei contratti e degli appalti pubblici all'interno di un testo unico ed onnicomprensivo. Esso è stato redatto in attuazione alle direttive dell'Unione Europea 2004/17/CE e 2004/18/CE riguardanti gli appalti pubblici relativi rispettivamente a lavori e servizi e forniture. Il Regolamento Appalti, emanato il 5 Ottobre 2010 ed entrato in vigore l'8 Giugno dell'anno seguente, è il decreto di esecuzione ed attuazione del Codice Contratti.

All'interno del Codice viene posta particolare attenzione all'aspetto di programmazione, progettazione e verifica del progetto, lasciando leggermente in secondo piano gli aspetti di costruzione e di gestione.

Per quanto riguarda la fase di progettazione, all'interno del documento essa viene esplicitata in tre differenti livelli sequenziali tra loro, che sono quello preliminare, quello definitivo e quello esecutivo. Questi tre livelli, sequenziali tra loro che si differenziano tra loro per un crescente livello di approfondimento tecnologico, sono dettagliatamente definiti nell'*Allegato XXI*, e per ognuno di esso sono indicati e descritti i documenti che devono essere necessariamente prodotti per considerare concluso il livello di progettazione in esame. Tale sequenzialità è di fondamentale importanza ai fini della presente tesi in quanto permette di avere una base sul quale sviluppare la struttura del processo informativo.

Allegato XXI – Allegato tecnico di cui all’art. 164

Sezione I – Progetto preliminare

Articolo 1 – Documenti componenti il progetto preliminare

1. Il progetto preliminare definisce le caratteristiche qualitative e funzionali delle opere “anche con riferimento ai profili ambientali e all’utilizzo dei materiali provenienti dalle attività di riuso e riciclaggio”, il quadro delle esigenze da soddisfare e delle specifiche prestazioni da fornire; evidenzia le aree impegnate, le relative eventuali fasce di rispetto e le occorrenti misure di salvaguardia, nonché le caratteristiche prestazionali, le specifiche funzionali ed i limiti di spesa dell’infrastruttura da realizzare, ivi compreso il limite di spesa per l’eventuale esecuzione del monitoraggio ambientale, per le eventuali opere e misure compensative dell’impatto territoriale e sociale e per le infrastrutture ed opere connesse, necessarie alla realizzazione. Ove, ai sensi delle disposizioni nazionali o regionali vigenti, l’opera sia soggetta a valutazione di impatto ambientale, il progetto preliminare è corredato anche da studio di impatto ambientale e reso pubblico secondo le procedure previste dalle leggi nazionali e/o regionali applicabili.
2. Il progetto preliminare stabilisce i profili e le caratteristiche più significative delle opere e degli elaborati dei successivi livelli di progettazione, in funzione delle dimensioni economiche e della tipologia e categoria dell’intervento, ed è composto, salva diversa determinazione del responsabile del procedimento, dai seguenti elaborati:
 - a. relazione illustrativa;
 - b. relazione tecnica;
 - c. studio di impatto ambientale ovvero, ove previsto dalle vigenti normative, relazione di compatibilità ambientale;

- d. studi necessari per un'adeguata conoscenza del contesto in cui andrà a inserirsi l'opera, corredati da dati bibliografici e/o indagini in sito ed in laboratorio quali, indicativamente ma non esaustivamente, quelle topografiche, geologiche, geotecniche, idrogeologiche, idrologiche, idrauliche, sismiche, archeologiche e sulle interferenze e relative relazioni e elaborati grafici atti a pervenire ad una completa caratterizzazione del territorio e dell'ambiente;
 - e. planimetria generale ed elaborati grafici;
 - f. prime indicazioni e disposizioni per la stesura dei piani di sicurezza; qualora il progetto preliminare sia posto a base di gara per concessione o contraente generale tale elaborato dovrà consentire la definizione degli oneri per la sicurezza in fase di realizzazione;
 - g. calcolo estimativo;
 - h. quadro economico di progetto;
 - i. capitolato speciale prestazionale;
 - j. studio di inserimento urbanistico;
 - k. per le opere soggette a VIA nazionale e comunque, ove richiesto, elementi preliminari dei sistemi di monitoraggio previsti per le singole componenti ambientali impattate.
3. Qualora il progetto preliminare sia posto a base di gara per l'affidamento di una concessione di lavori pubblici, deve essere altresì predisposto un piano economico e finanziario di massima, sulla base del quale sono determinati gli elementi da inserire nel relativo bando di gara.

Tabella 8 - Documenti componenti il progetto preliminare (Codice Appalti - Allegato XXI, Sezione I, Art. 1)

Nei successivi sei articoli dell'allegato sono descritti nel dettaglio tutti i singoli documenti richiesti per il progetto preliminare con i relativi contenuti minimi.

Allegato XXI – Allegato tecnico di cui all’art. 164

Sezione II – Progetto definitivo

Articolo 8 – Documenti componenti il progetto definitivo

1. Il progetto definitivo, redatto sulla base delle indicazioni del progetto preliminare approvato, sviluppa gli elaborati grafici e descrittivi, nonché i calcoli ad un livello di definizione tale che nella successiva progettazione esecutiva non si abbiano apprezzabili differenze tecniche e di costo.
2. Esso comprende:
 - a. relazione generale;
 - b. relazioni tecniche e relazioni specialistiche;
 - c. rilievi planoaltimetrici;
 - d. elaborati grafici;
 - e. calcoli delle strutture e degli impianti;
 - f. censimento e progetto di risoluzione delle interferenze;
 - g. progetto di monitoraggio ambientale;
 - h. piano particellare di esproprio;
 - i. elenco dei prezzi unitari;
 - j. computo metrico estimativo;
 - k. quadro economico;
 - l. quadro dell’incidenza percentuale della quantità di manodopera per le diverse categorie di cui si compone l’opera o il lavoro;
 - m. cronoprogramma;
 - n. schema di contratto e capitolato speciale di appalto, redatti con le modalità indicate all’art. 18. Il capitolato prevede, inoltre, i tempi della progettazione esecutiva, nonché le modalità di controllo del rispetto da parte dell’affidatario delle indicazioni del progetto definitivo;
 - o. linee guida per la stima degli oneri per la sicurezza dei cantieri.

Tabella 9 - Documenti componenti il progetto definitivo (Codice Appalti - Allegato XXI, Sezione II, Art. 8)

Come per il progetto preliminare, nei successivi undici articoli dell'allegato sono descritti nel dettaglio tutti i singoli documenti richiesti per il progetto definitivo con i relativi contenuti minimi.

Allegato XXI – Allegato tecnico di cui all'art. 164

Sezione III – Progetto esecutivo

Articolo 19 – Documenti componenti il progetto esecutivo

1. Il progetto esecutivo costituisce la ingegnerizzazione di tutte le lavorazioni e, pertanto, definisce compiutamente ed in ogni particolare architettonico, strutturale ed impiantistico l'intervento da realizzare, inclusi i piani operativi di cantiere, i piani di approvvigionamenti, nonché i calcoli e i grafici relativi alle opere provvisorie. Il progetto è redatto nel pieno rispetto del progetto definitivo nonché delle prescrizioni di cui alla conferenza di servizi di cui all'articolo 166 del codice. Il progetto esecutivo è composto dai seguenti documenti:
 - a. relazione generale;
 - b. relazioni specialistiche;
 - c. elaborati grafici comprensivi anche di quelli delle strutture, degli impianti e di ripristino e miglioramento ambientale;
 - d. calcoli esecutivi delle strutture e degli impianti;
 - e. piani di manutenzione dell'opera e delle sue parti;
 - f. piani di sicurezza e di coordinamento;
 - g. manuale di gestione ambientale dei cantieri;
 - h. progetto di monitoraggio ambientale;
 - i. computo metrico-estimativo.

Tabella 10 - Documenti componenti il progetto esecutivo (Codice Appalti - Allegato XXI, Sezione III, Art. 19)

Come prima, nei successivi sette articoli dell'allegato sono descritti nel dettaglio tutti i singoli documenti richiesti per il progetto esecutivo con i relativi contenuti minimi.

Con lo stesso livello di dettaglio sono definite le attività di validazione dei progetti, nella *sezione IV* del medesimo allegato, e di collaudo, all'*articolo 141*.

Nel Regolamento Appalti vengono sostanzialmente ripresi i concetti del Codice Appalti, ampliati nei contenuti e riordinati in sequenza logica in modo da renderli maggiormente comprensibili e legati tra loro.

Di seguito è riportata una tabella in cui sono indicati gli aspetti di maggior interesse ai fini della presente tesi, con i numeri degli articoli del Codice Appalti e del Regolamento Appalti in cui essi sono trattati.

<i>Aspetto</i>	Codice Appalti³⁶	Regolamento Appalti³⁷
<i>Progetto preliminare</i>	Allegato XXI – Allegato tecnico di cui all'Art. 164 Sezione I – Progetto preliminare Dall'Art. 1 all'Art. 7	Titolo II – Progettazione e verifica del progetto Capo I – Progettazione Sezione II – Progetto preliminare Dall'Art. 17 all'Art. 23
<i>Progetto definitivo</i>	Allegato XXI – Allegato tecnico di cui all'Art. 164 Sezione II – Progetto definitivo Dall'Art. 8 all'Art. 18	Titolo II – Progettazione e verifica del progetto Capo I – Progettazione Sezione III – Progetto definitivo

³⁶ D. Lgs. 12 Aprile 2006, N. 163. Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione alle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE

³⁷ D.P.R. 5 Ottobre 2010, N. 207. Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 Aprile 2006, n. 163, recante Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione alle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE

	Dall'Art. 24 all'Art. 32
Progetto esecutivo	Allegato XXI – Allegato tecnico di cui all'Art. 164 Sezione III – Progetto esecutivo Dall'Art. 19 all'Art. 26 Titolo II – Progettazione e verifica del progetto Capo I – Progettazione Sezione IV – Progetto esecutivo Dall'Art. 33 all'Art. 43
Collaudo	Titolo III – Disposizioni ulteriori per i contratti relativi a lavori pubblici Capo I – Programmazione, direzione ed esecuzione dei lavori Art. 141 Titolo X – Collaudo dei lavori Capo I – Disposizioni preliminari Dall'Art. 215 all'Art 220 Capo II – Visita e procedimento di collaudo Dall'Art. 221 all'Art. 238

Tabella 11 - Tabella di confronto tra Codice Appalti e Regolamento Appalti (elaborazione dell'autore)

L'analisi di tali documenti a permesso di ottenere un triplice risultato:

- Avere un quadro di riferimento chiaro ed esaustivo relativo a tutta la normativa del settore delle costruzioni ed alla disciplina di regolamentazione dei rapporti tra le parti;
- Comprendere la logica che sta alla base della scomposizione della fase di progettazione in progettazione preliminare, progettazione definitiva e progettazione esecutiva;
- Avere un quadro chiaro di tutta la documentazione che deve essere prodotta durante l'intero processo, e che dovrà necessariamente continuare ad essere prodotta nel periodo di transitorio fino alla pubblicazione del nuovo Codice Appalti attualmente in fase di elaborazione.

5.2.2 RIBA Plan of Work

Nel Regno Unito, paese all'avanguardia nell'adozione e nella regolamentazione della metodologia *Building Information Modelling*, la gestione del processo delle costruzioni si basa sulla sequenzialità delle fasi indicata nel *RIBA Plan of Work*.

Pubblicato per la prima volta nel 1963, il *RIBA Plan of Work* è stato il modello britannico di gestione del processo di progettazione e costruzione ed ha esercitato nel corso degli anni una notevole influenza anche a livello internazionale. All'interno della pratica comune del settore AEC, *Architecture, Engineering and Construction*, il *RIBA Plan of Work* ha fornito un contributo concreto creando un quadro di riferimento per la gestione del processo ampiamente condiviso dagli *stakeholders* e fornendo una serie ben definita di momenti chiave da utilizzare in sia a livello organizzativo che contrattuale.

Secondo i dati pubblicati nel *Budget 2011* del *Government's Plan of Growth* è emerso che nella maggior parte degli interventi edilizi ed infrastrutturali del settore pubblico realizzati nel Regno Unito non si è ottenuta la qualità e l'efficienza richiesta. Per questo motivo nel Maggio del 2011 il Governo ha emanato, attraverso il *Cabinet Office*, la *Government Construction Strategy*, con l'intento di ridurre il costo del patrimonio immobiliare del settore pubblico del 20% entro l'anno 2016.

L'approccio strategico è quello di sostituire la cultura del contraddittorio con quella della collaborazione promuovendo lo sviluppo di un ambiente di lavoro condiviso, in cui il committente, i vari team di progetto, gli operatori dell'industria delle costruzioni e gli utilizzatori finali possano lavorare congiuntamente per raggiungere la migliore qualità possibile con una riduzione dei costi, dei tempi e degli sprechi.

Essendo RIBA, *Royal Institute of British Architects*, in stretto legame con lo *United Kingdom Government*, all'interno del *RIBA Plan of Work 2013* sono

presenti molti elementi attraverso il quale mettere in pratica le indicazioni presente nella *Government Construction Strategy 2011*. L'ultima versione del documento, pubblicata appunto nel 2013 da RIBA con la collaborazione del *Construction Industry Council*, del *Chartered Institute of Architectural Technologies*, della *Royal Incorporation of Architects in Scotland*, della *Royal Society of Architects in Wales* e della *Royal Society of Ulster Architects*, con il nome *RIBA Plan of Work 2013*, è stata elaborata prendendo spunto dalla pratica comune e dall'evoluzione gestionale, procedurale, organizzativa e tecnologica registrata negli ultimi anni nel settore delle costruzioni con l'intento di creare un quadro di riferimento flessibile ed adattabile alle varie realtà di progetto attraverso il quale raggiungere gli obiettivi di qualità prefissati.

Il *RIBA Plan of Work 2013* si basa sul suo antenato, il *RIBA Plan of Work 2007*, dal quale si distingue per una maggior semplicità ed un livello di chiarezza nelle definizioni delle varie fasi nettamente maggiore. Tali definizioni sono fondamentali all'interno del processo, in quanto ad esse sono legate le milestones relative alla consegna dei documenti prodotti, ai saldi stabiliti in funzione dell'avanzamento dei lavori ed alla gestione in generale di tutti gli aspetti legati al processo.

La struttura del *RIBA Plan of Work 2013* è quella di una matrice con otto *tasks* sull'asse delle ordinate che hanno lo scopo di definire compiutamente gli otto *stages* sull'asse delle ascisse in cui è suddiviso l'intero processo delle costruzioni. Alcune *tasks* sono fisse mentre altre possono essere suscettibili di modifiche da parte del responsabile del processo in modo da rendere adattabile tale struttura a seconda delle specifiche necessità.

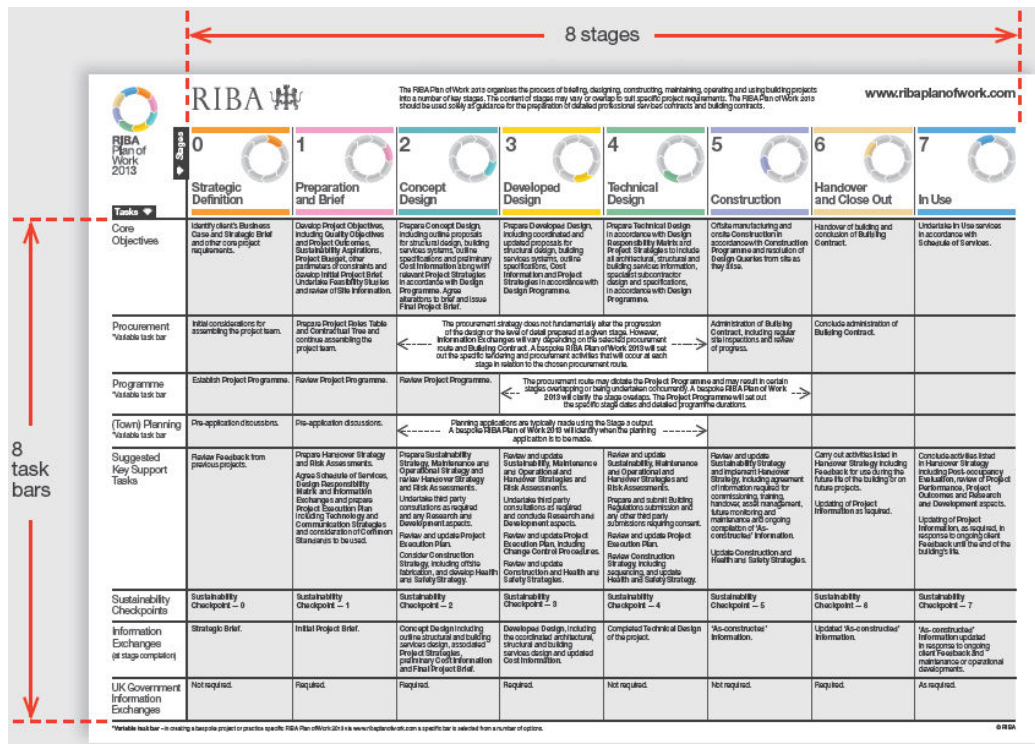


Figura 33 - Struttura del RIBA Plan of Work 2013 (RIBA Plan of Work 2013 Handbook)

5.2.2.1 Tasks

Nella tabella seguente sono riportate le otto *tasks*, che hanno lo scopo di definire compiutamente le varie fasi che si susseguono nel processo delle costruzioni.

Core Objectives

Nella *task* “Core Objectives” sono indicati gli obiettivi principali della fase e le principali attività.

Procurement

Nella *task* “Procurement” sono indicati gli accorgimenti ed i vincoli contrattuali della fase.

Al fine di essere adattabile ad una ampia gamma di forme contrattuali possibili, il RIBA Plan of Work 2013, ha previsto all'interno della sua struttura cinque tipologie di appalto, che sono:

- tradizionale;
- una fase di progettazione e costruzione;
- due fasi di progettazione e costruzione;
- gestione;
- affitto.

Oltre a queste cinque tipologie di appalto ne è presente un'altra, denominata "da determinare", da utilizzare nel caso in cui le precedenti tipologie non fossero sufficientemente adatte allo scopo.

Solitamente la tipologia di appalto viene stabilita nelle fasi iniziali del processo, ma la flessibilità di tale task permette di eseguirne modifiche anche nelle fasi avanzate.

Programme

Nella *task* "Programme" sono indicati gli accorgimenti ed i vincoli di programmazione della fase.

Nella maggior parte dei processi, la successione delle fasi segue una progressione logica dal concepimento al completamento ed oltre. In alcune forme di appalto però, è possibile che alcune fasi vengano svolte simultaneamente, o non vengano svolte affatto. Il contenuto di tale task è fortemente legato alla forma di appalto adottata nello specifico processo, ed è quindi anch'essa modificabile.

Il risultato è la definizione del programma di progetto relativo alla fase, in cui sono indicate le durate della fase stessa e delle attività ad essa collegate.

(Town) Planning

Nella *task* “*(Town) Planning*” sono indicati gli accorgimenti ed i vincoli di pianificazione urbanistica.

Tali vincoli ed accorgimenti sono solitamente legati alla tipologia di appalto e di intervento oggetto del processo per cui la *task*, al pari della due precedenti, è variabile in funzione dello specifico processo.

Suggested Key Support Tasks

Nella *task* “*Suggested Key Support Tasks*” sono indicati gli accorgimenti ed i vincoli relativi ai seguenti aspetti:

- obiettivi di sostenibilità, intesi come i parametri di riduzione delle emissioni di anidride carbonica in atmosfera o quelli legati all’introduzione del Building Information Modelling nel processo;
- elaborati necessari in relazione ai regolamenti edilizi, con l’esplicitazione di protocolli, ruoli e responsabilità;
- garanzia della corretta composizione del team di processo, di realizzabilità, di salute, di sicurezza e di altre considerazioni relative alla costruzione ed alla logistica.

Le attività elencate non sono obbligatorie ma servono per avere un livello di gestione appropriato ed assistere il gestore nel raggiungimento degli obiettivi prefissati.

Sustainability Checkpoint

Nella *task* “*Sustainability Checkpoint*” sono indicati gli accorgimenti ed i vincoli relativi alla sostenibilità ambientale, in tutti gli aspetti in cui essa può essere declinata all’interno del processo.

Information Exchanges

Nella *task* “*Information Exchanges*” sono indicati gli accorgimenti ed i vincoli relativi allo scambio di informazioni tra i vari *stakeholders* in ogni fase del processo.

Questo aspetto è di fondamentale importanza, e le modalità e le tempistiche di scambio delle informazioni devono essere condivise ed accettate da tutti gli *stakeholders*.

UK Government Information Exchanges

La *task* “*UK Government Information Exchanges*” è stata introdotta con lo scopo principale di indicare in quali fasi è richiesto necessariamente uno scambio di informazioni con lo *UK Government*, in risposta al documento *Construction Strategy 2011*.

Le informazioni richieste sono principalmente quelle utili nella fase di esercizio dell’opera, con lo scopo di poter realizzare una gestione consapevole dell’intero patrimonio. Il principale veicolo di scambio delle informazioni è il formato COBie, precedentemente trattato nel paragrafo 4.2.3.2.

Tabella 12 - Tasks del RIBA Plan of Work 2013 (RIBA Plan of Work 2013 Handbook)

5.2.2.2 Project Stages

Il RIBA Plan of Work prevede la suddivisione del processo delle costruzioni in otto fasi, identificate da un numero progressivo da 0 a 7. Generalmente il processo è caratterizzato dalla sequenza delle fasi, ma può accadere che alcuni aspetti della fase di progettazione vengano sviluppati prima di altri, o che vincoli contrattuali rendano necessario il superamento di alcune fasi.

Nella tabella seguente sono riportate le otto fasi del processo delle costruzioni.

0 – Strategic Definition

La fase di “*Strategic Definition*” ha lo scopo di assicurarsi che i bisogni espressi dal committente e le direttive strategiche siano stati considerati a dovere prima di procedere allo sviluppo delle direttive iniziali di processo.

La fase strategica può comprendere l’analisi di una pluralità di siti o opzioni alternative, quali ad esempio l’ampliamento, la ristrutturazione o la costruzione di una nuova opera.

Lo scopo di un processo può essere desunto attraverso un’intervista mirata al committente, in modo da farne emergere i reali bisogni prima che il processo abbia inizio.

1 – Preparation and Brief

La fase di “*Preparation and Brief*” ha lo scopo creare le basi per fare in modo che la fase di “*Concept Design*” sia il più possibile produttiva attraverso due tipologie di attività:

- sviluppo delle direttive iniziali di processo e di ogni studio di fattibilità ad relativo all’intervento;
- reclutamento del team di processo, con la definizione dei ruoli, delle responsabilità e delle modalità di scambio delle informazioni.

L’attività più rilevante della fase è la preparazione delle direttive iniziali di processo, la cui complessità ed il tempo richiesto per la loro elaborazione è fortemente legata alla complessità dell’intervento. Nella preparazione delle direttive iniziali di processo sono tenuti in considerazione:

- requisiti spaziali di progetto;

- risultati desiderati, anche in termini comparativi con progetti simili già realizzati;
- valutazione del contesto attraverso indagini e perizie eseguite in sito;
- budget.

Durante la fase viene anche eseguita una valutazione preliminare dei rischi associati ad ogni parte del processo, nella quale viene considerato anche il programma del processo e, in alcuni casi, la pianificazione urbanistica.

Anche l'aspetto del reclutamento del team di processo è di fondamentale importanza a causa dell'aumento dell'uso della tecnologia e della comunicazione in remoto nei processi sviluppate in accordo con la metodologia del Building Information Modelling.

2 – Concept Design

La fase di “*Concept Design*” ha lo scopo di sviluppare il progetto in accordo alle direttive iniziali di processo emerse nella fase di “*Preparation and Brief*”.

Il “*Concept Design*” è sviluppato dal team di progetto in parallelo ad una serie di analisi strategiche, che hanno lo scopo di fornirne un indirizzo. Due di queste analisi strategiche, di fondamentale importanza all'interno del processo delle costruzioni, sono la strategia di sostenibilità e quella della sicurezza.

Una parte importante è la revisione delle direttive di processo, che possono essere aggiornate in funzione di quanto emerso durante la fase ed essere raccolte nelle direttive finali di processo.

Accanto alla mera attività di progettazione vengono svolte una serie di attività correlate, quali ad esempio la stima dei costi, lo sviluppo della strategia di costruzione, di manutenzione ed operatività e di salute e sicurezza.

3 –Developed Design

La fase di “*Developed Design*” ha lo scopo di sviluppare ulteriormente il progetto fino alla definizione del coordinamento spaziale della parte architettonica, strutturale ed impiantistica. Questa procedura può essere iterativo, e richiedere l’adozione di un discreto numero di strumenti differenti.

Al termine della fase la parte architettonica e quella strutturale devono essere state completamente sviluppate, e su di esse devono essere stati eseguiti i controlli necessari per la validazione da parte del *Lead Designer* in merito alla coordinazione, ai costi ed al budget di processo.

Le strategie di progetto elaborate nella fase precedente devono essere ulteriormente sviluppate fino ad un livello tale da permettere al committente di accettarle una volta che sono state validate dal *Lead Designer*.

Nella fase vengono inoltre messe in atto le procedure di controllo delle varianti, per assicurare il fatto che ogni cambiamento apportato rispetto alla fase precedente sia stato appropriatamente considerato e valutato.

4 – Technical Design

La fase di “*Technical Design*” ha lo scopo di sviluppare il progetto ad un livello tecnico tale da definire compiutamente la parte architettonica, strutturale, impiantistica e tutte le parti specialistiche presenti. Il livello di definizione delle varie parti è fortemente legato all’incidenza dell’attività di progettazione in esame in relazione alla pratica costruttiva ed all’entità del subappalto. Tali aspetti sono indicati nella matrice di responsabilità di progetto, in cui sono assegnati compiti, ruoli e responsabilità in modo tale che l’intera fase e le singole interfacce siano definitivamente gestibili.

La matrice di responsabilità del progetto prevede, in questa fase, che ogni progettista sviluppi la sua parte in autonomia seguendo le indicazioni emerse nell'operazione di coordinamento della fase precedente. Una volta terminata la sua attività, il risultato viene trasmesso agli eventuali subappaltatori, che provvederanno a sviluppare la parte di loro competenza. Benché una parte venga sviluppata da un subappaltatore la responsabilità rimane in capo al progettista, in quanto esso ha il compito di verificarne il coordinamento con le altre discipline del progetto in generale.

Al termine della fase, ogni aspetto relativo alla progettazione è stato compiutamente definitivo, ad eccezione di alcune parti di interesse poco rilevante che possono essere eventualmente decise in corso d'opera.

5 – Construcion

La fase di “*Construction*” ha lo scopo di mettere in opera, in accordo con il cronoprogramma, ciò che è stato precedentemente definito nelle fasi di progettazione precedenti.

Il risultato di tale fase è la realizzazione del progetto “*As built*”.

6 – Handover and Close Out

La fase “*Handover and Close Out*” ha lo scopo di concludere la fase di costruzione dell’opera ed agevolare le procedure di consegna, in accordo con quanto stabilito nel programma, attraverso la conclusione di tutti gli aspetti menzionati nel contratto di costruzione, inclusa l’ispezione delle varianti eseguite e la produzione di tutti i certificati necessari.

Durante tale fase può essere richiesta un’ampia gamma di servizi aggiuntivi, tra i quali l’analisi dei *feedback*, l’applicabilità dei benefici emersi durante il processo a processi futuri e l’adozione di determinate procedure per la corretta operatività e gestione dell’opera.

7 – In use

La fase “*In use*” ha lo scopo di garantire la corretta operatività ed il corretto utilizzo dell’opera.

Per la maggior parte delle attività sono sufficienti le informazioni elaborate fino al momento della consegna, ma per alcune di esse possono essere necessarie anche informazioni successive.

Anche se a livello di senso comune la fine della vita utile di un’opera coincide con il termine della sua fase di utilizzo, la ciclicità del processo fa in modo che a seguito del termine di tale fase si ritorni a quella strategica iniziale per la definizione del futuro dell’opera.

Tabella 13 - Stages del RIBA Plan of Work 2013 (RIBA Plan of Work 2013 Handbook)

5.2.2.3 Osservazioni

Il risultato del *RIBA Plan of Work 2013* è la matrice precedentemente introdotta, con gli otto *stages* in cui è scomposto il modello compiutamente definiti dalle otto *tasks* che ne indicano gli aspetti generali.

The RIBA Plan of Work 2013 organises the process of briefing, designing, constructing, maintaining, operating and using building projects into a number of key stages. The content of stages may vary or overlap to suit specific project requirements. The RIBA Plan of Work 2013 should be used solely as guidance for the preparation of detailed professional services contracts and building contracts.

www.ribaplanoofwork.com

Stage	0	1	2	3	4	5	6	7
Task	Strategic Definition	Preparation and Brief	Concept Design	Developed Design	Technical Design	Construction	Handover and Close Out	In Use
Core Objectives	Identify client's Business Case and Strategic Brief and other core project requirements.	Develop Project Objectives, including Quality Objectives and Project Outcomes, Sustainability Aspirations, Project Budget, other parameters of constraints and develop Initial Project Brief. Undertake Feasibility Studies and review of site information.	Prepare Concept Design, including outline proposals for structural design, building services systems, outline specifications and preliminary Cost Information along with relevant Project Strategies in accordance with Design Programme. Agree aspirations to brief and issue Final Project Brief.	Prepare Developed Design, including coordinated and updated proposals for structural design, building services systems, outline specifications, Cost Information and Project Strategies in accordance with Design Programme.	Prepare Technical Design in accordance with Design Responsibility Matrix and Project Strategies to include all architectural, structural and building services information, specialist subcontractor design and specifications, in accordance with Design Programme.	Offsite manufacturing and on-site Construction in accordance with Construction Programme and resolution of Design Queries from site as they arise.	Handover of building and conclusion of Building Contract.	Undertake In Use services in accordance with Schedule of Services.
Procurement *Variable task bar	Initial considerations for assembling the project team.	Prepare Project Roles Table and Contractual Framework and continue assembling the project team.	The procurement strategy does not fundamentally alter the progression of the design in the level of detail prepared at a given stage. However, Information Exchanges will vary depending on the selected procurement route and Building Contract. A bespoke RIBA Plan of Work 2013 will set out the specific tendering and procurement activities that will occur at each stage in relation to the chosen procurement route.			Administration of Building Contract, including regular site inspections and review of progress.	Conclude administration of Building Contract.	
Programme *Variable task bar	Establish Project Programme.	Review Project Programme.	Review Project Programme.	The procurement route may dictate the Project Programme and may result in certain stages overlapping or being undertaken concurrently. A bespoke RIBA Plan of Work 2013 will carry the stage overlaps. The Project Programme will set out the specific stage dates and detailed programme durations.				
(Town) Planning *Variable task bar	Pre-application discussions.	Pre-application discussions.	Planning applications are typically made using the Stage 3 output. A bespoke RIBA Plan of Work 2013 will clarify when the planning application is to be made.					
Suggested Key Support Tasks	Review Feedback from previous projects.	Prepare Handover Strategy and Risk Assessments. Agree Schedule of Services, Design Responsibility Matrix and Information Exchanges and prepare Project Execution Plan including Technology and Communication Strategies and consideration of Common Standards to be used.	Prepare Sustainability Strategy, Maintenance and Operational Strategy and Risk Assessments. Undertake third party consultations as required and any Research and Development aspects. Review and update Project Execution Plan. Consider Construction Strategy, including offsite fabrication, and develop Health and Safety Strategy.	Review and update Sustainability, Maintenance and Operational and Handover Strategies and Risk Assessments. Undertake third party consultations as required and conclude Research and Development aspects. Review and update Project Execution Plan, including Change Control Procedures. Review and update Construction and Health and Safety Strategies.	Review and update Sustainability, Maintenance and Operational and Handover Strategies and Risk Assessments. Prepare and submit Building Regulations submission and any other third party submissions requiring consent. Review and update Project Execution Plan. Review Construction Strategy, including sequencing, and update Health and Safety Strategy.	Review and update Sustainability Strategy and implement Handover Strategy, including agreement of information required for commissioning, testing, handover, asset management, maintenance and ongoing compliance of 'As-constructed' information. Update Construction and Health and Safety Strategies.	Carry out activities listed in Handover Strategy including Feedback for use during the future life of the building or on future projects. Updating of Project Information as required.	Conclude activities listed in Handover Strategy including Post-occupancy Evaluation, review of Project Performance, Project Outcomes and Research and Development aspects. Updating of Project Information, as required, in response to ongoing client Feedback until the end of the building's life.
Sustainability Checkpoints	Sustainability Checkpoint - 0	Sustainability Checkpoint - 1	Sustainability Checkpoint - 2	Sustainability Checkpoint - 3	Sustainability Checkpoint - 4	Sustainability Checkpoint - 5	Sustainability Checkpoint - 6	Sustainability Checkpoint - 7
Information Exchanges (at stage completion)	Strategic Brief.	Initial Project Brief.	Concept Design including outline structural and building services design, associated Project Strategies, preliminary Cost Information and Final Project Brief.	Developed Design, including the coordinated architecture, structural and building services design and updated Cost Information.	Completed Technical Design of the project.	'As-constructed' information.	Updated 'As-constructed' information.	'As-constructed' information updated in response to ongoing client Feedback and maintenance or operational developments.
UK Government Information Exchanges	Not required.	Required.	Required.	Required.	Not required.	Not required.	Required.	As required.

*Variable task bar - In creating a bespoke project or practice specific RIBA Plan of Work 2013 view www.ribatechfor.com a specific bar is selected from a number of options.

© RIBA

Figura 34 - RIBA Plan of Work 2013 (RIBA Plan of Work 2013 Handbook)

I principali punti di forza del documento sono la strutturazione dell'intero processo delle costruzioni in un numero finito di fasi, ognuna di esse ben definita da una serie di aspetti principali, e l'adattabilità della struttura indicata alle varie tipologie ed entità di processo attraverso l'adozione di una combinazione di attività fisse e variabili per determinate fasi.

Il documento presenta però anche alcuni punti di debolezza, tra i quali la scarsa attenzione posta al flusso del processo attraverso le fasi di cui è composto. Leggendo il documento si intuisce che secondo RIBA il processo delle costruzioni sia ciclico, e che al termine della fase “*In Use*” si debba necessariamente ritornare alla fase iniziale “*Strategic Definition*”, però tale aspetto viene poco rimarcato ed è espresso sostanzialmente solo dal logo del documento.

Un possibile ulteriore miglioramento del documento, notevolmente più chiaro ed esaustivo rispetto alla versione precedente, potrebbe essere quello di indicare un diagramma di flusso, anche elementare, che sia in grado di esprimere in modo immediato il concetto di ciclicità del processo e di centralità della fase strategica iniziale, dal quale scaturisce poi l'intero processo.

5.3 Struttura del processo informative delle costruzioni proposto

5.3.1 Generalità

Il processo informativo delle costruzioni è la sequenza strutturata di stadi e fasi che riguardano la produzione e la gestione dei contenuti informativi relativi all'intero ciclo di vita di un'opera, dall'espressione dei bisogni del committente al loro soddisfacimento, attraverso la sequenza di programmazione strategica, progettazione, produzione e messa in esercizio dell'opera stessa.

L'impronta che si è voluta dare è quella di creare una struttura del processo articolata in una successione di fasi, raggruppate in stadi, che comprendessero l'intero ciclo di vita dell'opera, sia essa un edificio o un'opera di ingegneria civile. Il primo passo per lo sviluppo della struttura è stato quello di riprendere i tre livelli di progettazione indicati nel Codice Appalti ed ampliarli, introducendo le fasi che li precedono e che li seguono. Per adeguarsi al contesto internazionale è stato

deciso di adottare una struttura ad otto fasi, come accade nella maggior parte delle strutture di gestione del processo presenti a livello internazionale, quali ad esempio quella del *Royal Institute of British Architects Plan of Work* e del *Construction Industry Council Scope of Services* britannici e dell'*Association for Project Management Stages of Project* statunitense.

Il passo successivo è stato quello di caratterizzare le varie fasi in funzione dello specifico scopo che hanno all'interno del processo, analizzando le varie strutture disponibili e cercando di sviluppare definizioni brevi ma esaustive.

Il passo finale è stato quello di elaborare uno schema all'interno del quale collocare le fasi e gli stadi individuati che permettesse di visualizzare in modo immediato la ciclicità del processo, ed in particolare dello stadio di programmazione strategica.

L'aspetto centrale sulla quale è stata posta particolare attenzione è il fatto che il processo informativo delle costruzioni è un processo ciclico. Al termine della vita utile dell'opera, o di una sua non più adeguata rispondenza ai mutati requisiti funzionali richiestile, il processo prevede il ritorno alla fase iniziale di programmazione strategica, all'interno del quale viene decisa la tipologia di intervento più appropriata a rispondere ai nuovi bisogni del committente, quali ad esempio la demolizione del manufatto ed il ritorno al bene terra o demolizione e ricostruzione in un nuovo manufatto, oppure ancora riconversione del manufatto esistente in altro.

Il concetto di ciclicità non è applicato solamente all'intero processo, ma anche al singolo stadio di programmazione strategica. L'intento della struttura proposta è anche quello di spostare la centralità del processo dallo stadio di progettazione, come è attualmente, allo stadio di programmazione strategica. Questo aspetto è fondamentale soprattutto per la pubblica amministrazione, in quanto una sbagliata espressione delle esigenze può solamente generare un processo che risulterà

essere inevitabilmente fallimentare, al quale può essere posto solamente in parte un rimedio nelle fasi successive.

Per non legarsi in modo eccessivo al processo delle costruzioni, ed andare quindi in contrasto con la normativa vigente, la struttura è stata sviluppata specificatamente per la gestione dei contenuti informativi, con l'auspicio che venga in futuro recepita dal legislatore. Per tale motivo la struttura prende il nome di "Struttura del processo informativo delle costruzioni".

Il processo informativo delle costruzioni può essere schematizzato secondo una struttura gerarchica costituita da quattro stadi che si articolano a loro volta in otto fasi, come indicato nello schema seguente.

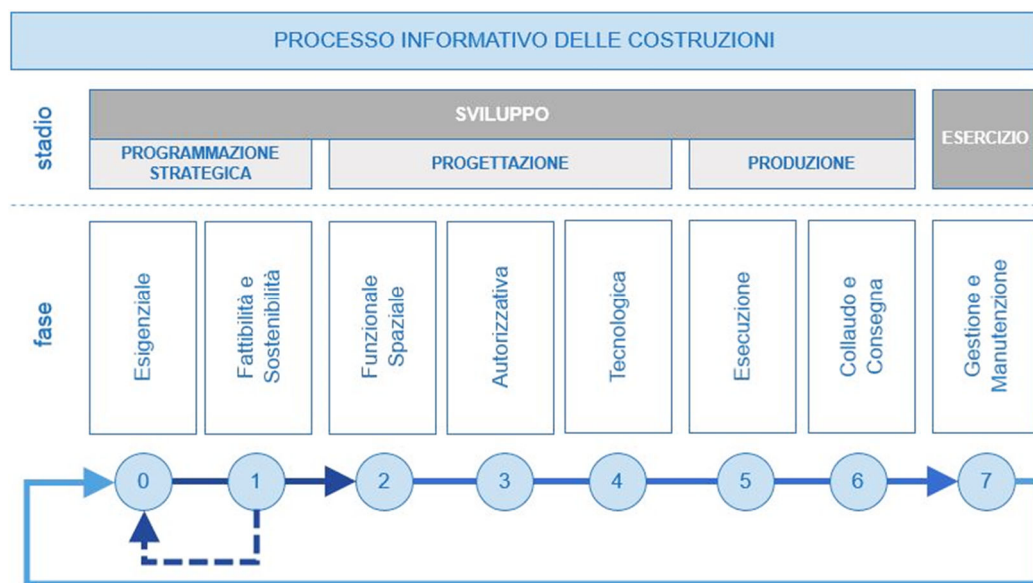


Figura 35 - Struttura del processo informativo delle costruzioni (elaborazione dell'autore)

Gli stadi e le fasi del processo informativo delle costruzioni si articolano secondo una successione logica e temporale, ovvero i contenuti informativi elaborati in

ognuno di essi sono collegati a quelli elaborati negli stadi e nelle fasi precedenti e ne costituiscono uno sviluppo propedeutico a quello successivo.

A titolo esemplificativo, lo stadio di progettazione può avere inizio solo in successione allo stadio di programmazione strategica. I suoi contenuti informativi sono basati su ciò che è stato elaborato nello stadio precedente e risulteranno propedeutici allo stadio di produzione. La logica informativa degli stadi si ripropone ugualmente anche per le fasi, ovvero, ad esempio, la fase tecnologica può avere inizio solo in successione alla fase autorizzativa ed i suoi contenuti informativi sono basati su ciò che è stato elaborato nella fase precedente e risulteranno propedeutici alla fase di esecuzione.

La successione delle fasi non è però caratterizzata da un vincolo di fine-inizio definito in modo netto, ma da un passaggio graduale dello sviluppo dei contenuti informativi attraverso la compenetrazione temporale tra una fase e quella successiva ed il parziale sviluppo in parallelo delle stesse. Per esempio, l'elaborazione dei contenuti informativi relativi alla fase autorizzativa può iniziare prima che l'elaborazione dei contenuti informativi relativi alla fase funzionale/spaziale sia conclusa, in modo da avere un passaggio graduale tra le due fasi ed ottimizzare i tempi.

I processi ed i documenti attraverso i quali la committenza può delimitare prestabiliti ambiti di accettazione e rispondenza dei contenuti informativi nella varie fasi non sono oggetto della presente tesi, ma della proposta di norma UNI 11337:2016 parte 5.

5.3.2 Stadio di Programmazione strategica

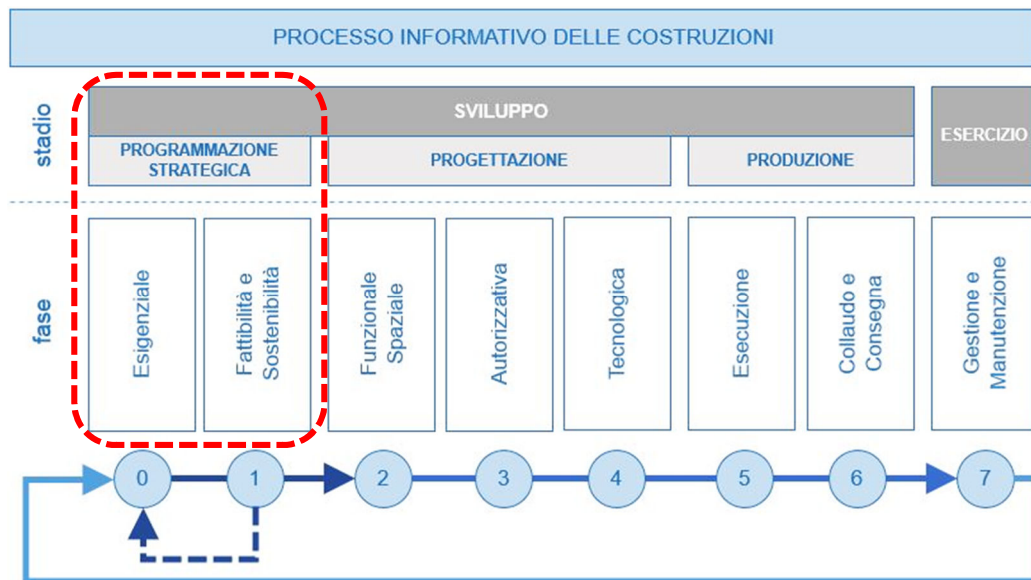


Figura 36 - Stadio di programmazione strategica (elaborazione dell'autore)

Lo stadio di programmazione strategica è l'insieme strutturato dei contenuti informativi relativi alla definizione, in base alle esigenze del committente ed alla fattibilità e sostenibilità del loro soddisfacimento, della natura e qualità dell'intervento che si intende realizzare in funzione degli obiettivi che si vogliono raggiungere, in ragione delle risorse tecniche ed economiche di cui si può disporre e delle condizioni specifiche dell'ambito insediativo.

All'interno del processo informativo delle costruzioni, lo stadio di programmazione strategica ha lo scopo produrre tutti i contenuti informativi necessari per dare un indirizzo di bisogni e vincoli ai successivi stadi di progettazione, produzione e gestione.

Come precedentemente detto, l'intento della struttura proposta è anche quello di spostare la centralità del processo dallo stadio di progettazione, come è

attualmente, allo stadio di programmazione strategica. Questo stadio ha infatti il ruolo cruciale di elaborare i contenuti informativi relativi ai bisogni, e quindi indicare di conseguenza lo scopo dell'intero processo. Tale aspetto viene spesso affrontato con sufficienza nella pratica comune ed il risultato è purtroppo visibile sul territorio, con gran parte del patrimonio immobiliare che risulta essere non adeguato allo scopo per cui le varie sono state realizzate e lo stato di abbandono di alcune di esse ancora prima che entrino in servizio.

Il presente stadio ha quindi la finalità non tanto di definire i contenuti informativi relativi alla tipologia di opera oggetto del processo delle costruzioni, quanto quelli relativi alla tipologia di intervento ottimale attraverso il quale rispondere alle esigenze esplicite o implicite della committenza, che potrebbe eventualmente anche non coincidere con la realizzazione di un'opera.

Si pensi ad esempio al caso della pubblica amministrazione di un comune la quale, a seguito della registrazione di un aumento demografico, avverte l'esigenza di fornire istruzione primaria ad un numero di alunni maggiore di quelli servibili dalle strutture esistenti. Tale esigenza potrebbe essere soddisfatta in differenti modi, tra i quali ampliando una struttura già esistente, costruendone una nuova o eventualmente adottando un sistema di trasferimento tipo navetta verso strutture di paesi limitrofi. Il passaggio al successivo stadio può avvenire solamente quando, tra le alternative di intervento ipotizzate, si è individuata quella in grado di rispondere in modo migliore alle esigenze emerse a seguito di una analisi approfondita di fattibilità e sostenibilità.

I punti chiave dello stadio di programmazione strategica sono quindi l'elaborazione dei contenuti informativi relativi all'analisi delle esigenze da soddisfare attraverso un intervento, e successivamente quelli relativi alla fattibilità e sostenibilità dell'intervento stesso.

Lo stadio di programmazione strategica è dunque costituito da due differenti fasi, che sono quella esigenziale e quella di fattibilità e sostenibilità.

5.3.2.1 Fase Esigenziale

La fase esigenziale è l'insieme strutturato dei contenuti informativi attraverso il quale vengono identificati uno o più bisogni del committente, in risposta dei quali vengono stabilite le esigenze, gli standard e gli obiettivi dell'intervento.

È di fondamentale importanza che in questa fase vengano espressi in modo chiaro e puntuale contenuti informativi relativi ai bisogni della committenza, in quanto è sulla base di essi che si sviluppa l'intero processo delle costruzioni. Un'indagine svolta in modo frettoloso e non approfondito potrebbe portare alla dimenticanza di determinate esigenze o ad una loro ambigua definizione.

Le esigenze, che corrispondono all'esplicitazione dei bisogni, possono comprendere aspetti quali la facilità di utilizzo, la sicurezza, la disponibilità, l'affidabilità ed eventualmente anche aspetti di tipo economico ed ecologico.

In riferimento all'esempio precedente, il risultato della fase esigenziale potrebbe essere l'elaborazione dei contenuti informativi relativi alla necessità di istruzione di un determinato livello scolastico per un determinato numero di alunni di una determinata fascia di età e con determinate caratteristiche. Una definizione ambigua durante questa fase genererebbe inevitabilmente bisogni alla quale non sarà data risposta.

5.3.2.2 Fase di Fattibilità e Sostenibilità

La fase di fattibilità e sostenibilità è l'insieme strutturato dei contenuti informativi propedeutici allo stadio di progettazione in cui vengono valutate le possibili proposte di alternative di intervento in grado di soddisfare le esigenze, gli standard e gli obiettivi emersi nella fase esigenziale. Di essi ne viene effettuata una valutazione di sostenibilità atta a determinare quella in grado di soddisfare in

maniera più efficiente ed efficace i bisogni espressi dal committente in relazione ai vincoli ed il contesto.

L'elaborazione dei contenuti informativi relativi alla valutazione di fattibilità, che viene eseguita a livello logico prima di quella di sostenibilità, ha lo scopo di produrre elaborati grafici e documentali attraverso il quale valutare la compatibilità delle varie alternative di intervento in relazione ai vincoli di contesto. Tale valutazione porta ad una scrematura del numero di alternative di intervento alle sole che risultano essere fattibili. Su tali alternative viene poi svolta la valutazione di sostenibilità che tiene in considerazione cinque differenti ambiti di analisi, ovvero quello tecnico, quello economico-sociale, quello finanziario, quello ambientale e quello amministrativo-procedurale.

In riferimento all'esempio precedente, il risultato della fase di fattibilità e sostenibilità potrebbe essere la produzione degli elaborati grafici e documentali attraverso il quale è espressa la decisione della tipologia di intervento che prevede l'ampliamento di una struttura scolastica già esistente con diritti edificatori residui, in quanto l'intervento di nuova costruzione non risulta essere fattibile a livello economico ed il trasferimento degli alunni tramite servizio navetta non era sostenibile a livello sociale.

Il risultato della fase è appunto l'elaborazione dei contenuti informativi relativi all'individuazione della scelta di intervento che sia fattibile in relazione ai vincoli di contesto e ed in grado di soddisfare gli ambiti di sostenibilità. Tale fase può eventualmente anche condurre alla produzione degli elaborati grafici e documentali nel quale viene espressa la non fattibilità di alcuna delle opzioni identificate e la necessità di tornare all'inizio del processo.

5.3.3 Stadio di Progettazione

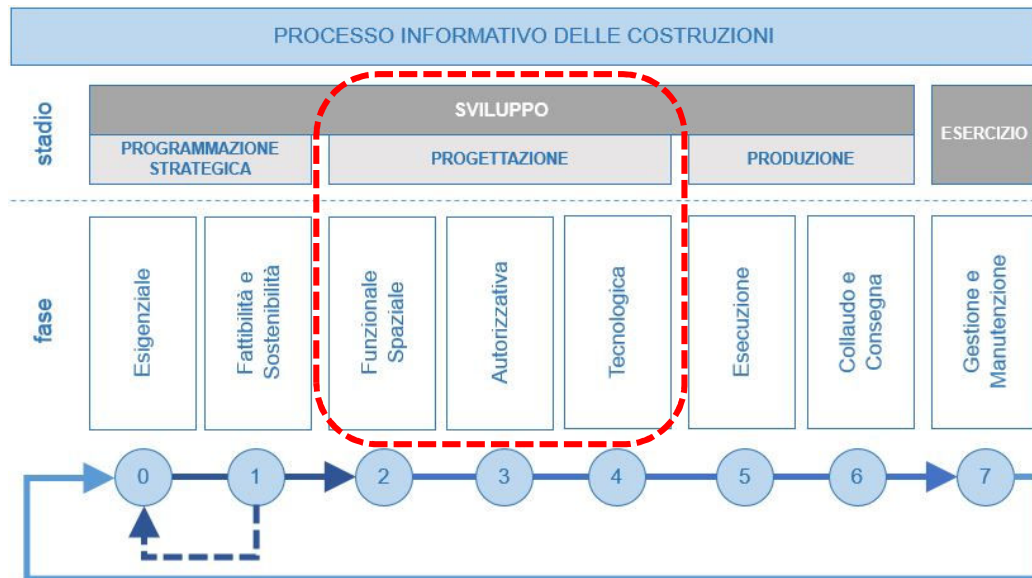


Figura 37 - Stadio di progettazione (elaborazione dell'autore)

Lo stadio di progettazione è l'insieme strutturato dei contenuti informativi necessari a fornire le informazioni utili alla realizzazione dell'opera in grado di soddisfare i bisogni del committente, nel rispetto del quadro dei requisiti operativi e dei vincoli tecnici, economici e di altra natura espressi nello stadio di programmazione strategica ed in via di ulteriore definizione.

All'interno del processo informativo delle costruzioni, lo stadio di progettazione ha lo scopo di definire i contenuti informativi relativi alla totalità degli aspetti tecnici, prestazionali, economici e normativi dell'opera ed in grado assicurare la conformità tra i bisogni espliciti ed impliciti espressi dal committente nello stadio di programmazione strategica e le prestazioni dell'opera che verrà realizzata nello stadio di produzione.

Tale stadio coincide in linea di massima con i tre livelli di progettazione i cui contenuti sono indicati nel Codice Appalti. L'aspetto che cambia tra le due strutture è il fatto che le fasi che compongono lo stadio di progettazione all'interno della proposta sono fortemente caratterizzate dallo scopo delle stesse, e non tanto dai contenuti minimi.

In una prima versione della proposta di norma oggetto della presente tesi si era pensato di far corrispondere le tre fasi di progettazione ai tre livelli indicati nel Codice Appalti, ma tale soluzione è stata scartata a causa dell'eccessivo legame con la normativa esistente e della scarsa intuibilità dello scopo delle fasi. In una successiva versione della proposta le tre fasi erano state nominate come fase di indirizzo, fase di autorizzazione e fase di ingegnerizzazione. Benché i nome delle ultime due fasi coincidano sostanzialmente con quelli adottati nella proposta definitiva il nome della prima fase è sembrato essere troppo generico e poco intuitivo, ed è stato quindi scartato a favore del nome fase funzionale/spaziale.

Lo stadio di progettazione è quindi costituito da tre differenti fasi, che sono quella funzionale/spaziale, quella autorizzativa e quella tecnologica. Esse hanno rispettivamente lo scopo di elaborare i contenuti informativi per definire compiutamente l'opera nei suoi aspetti funzionali e spaziali, per ottenere i pareri di enti terzi interessati ed i titoli abilitativi prescritti dalla normativa vigente e per definire compiutamente l'opera in tutti i suoi aspetti tecnologici.

Ai fini della effettiva interoperabilità dei contenuti informativi, è di fondamentale importanza che i contenuti informativi elaborati all'interno di una fase, e messi a disposizione degli attori del processo, vengano trasmessi su supporto digitale in formato aperto tipo IFC, precedentemente descritto nel paragrafo 4.2.3.1. è inoltre importante che i contenuti informativi relativi alla successiva fase di gestione e manutenzione dell'opera vengano trasmessi su supporto digitale in formato aperto tipo COBie, precedentemente descritto al paragrafo 4.2.3.2.

Lo stadio di progettazione si conclude con l'individuazione della soluzione predisposta, a seguito di verifica ed approvazione del committente, per il successivo stadio di produzione.

5.3.3.1 Fase Funzionale/Spaziale

La fase di progettazione funzionale/spaziale è l'insieme strutturato dei contenuti informativi che hanno lo scopo di definire il quadro delle caratteristiche funzionali e spaziali di tutte le parti che compongono la totalità dell'opera, nel pieno rispetto delle indicazioni dello stadio di programmazione strategica e dei vincoli normativi, tecnici ed economici.

All'interno del processo delle costruzioni, la fase di progettazione funzionale/spaziale recepisce i contenuti informativi relativi all'alternativa di intervento individuata nello stadio di programmazione strategica e sviluppa i contenuti informativi relativi alle alternative tipologiche progettuali ad essa coerenti definendone compiutamente spazi e funzioni.

È importante precisare che la fase di progettazione funzionale spaziale non si riferisce ai contenuti informativi relativi ad una singola alternativa progettuale, ma a quelli relativi a tutte le alternative progettuali in grado di rispondere ai bisogni emersi nella fase esigenziale attraverso la tipologia di intervento valutata fattibile e sostenibile nella fase di fattibilità e sostenibilità.

In riferimento all'esempio precedente, il risultato della fase di progettazione funzionale/spaziale potrebbe essere la produzione dei contenuti informativi attraverso il quale sono espresse le alternative progettuali relative alla decisione della tipologia di intervento scelta dal committente. Se è emerso dalla precedentemente fase che la tipologia di intervento scelto è l'ampliamento di una struttura scolastica già esistente con diritti edificatori residui, la fase di progettazione funzionale/spaziale ha il compito di produrre i contenuti informativi relativi alle varie tipologie di ampliamento possibile.

Al termine della fase di progettazione funzionale/spaziale il committente ha il compito di valutare le varie alternative progettuali proposte e scegliere quella in grado di rispondere in modo migliore alle proprie esigenze. Tale alternativa sarà quella che verrà sviluppata nelle successive fasi del processo delle costruzioni.

5.3.3.2 Fase Autorizzativa

La fase di progettazione autorizzativa è l'insieme strutturato dei contenuti informativi che hanno lo scopo di fornire tutte le indicazioni necessarie al fine dell'ottenimento dei pareri di enti terzi, dei titoli abilitativi, degli accertamenti di conformità e di ogni altro atto equivalente richiesto dalla normativa vigente.

All'interno del processo delle costruzioni, la fase di progettazione autorizzativa recepisce i contenuti informativi relativi alla scelta tipologica del committente tra le alternative progettuali elaborate nella precedente fase di progettazione funzionale/spaziale e li sviluppa in funzione delle richieste degli enti terzi incaricati di fornire pareri, titoli abilitativi, accertamenti di conformità ed ogni altro atto equivalente.

La tipologia e la quantità di autorizzazioni necessarie è strettamente legata alla tipologia di opera oggetto del processo informativo delle costruzioni ed alla sua destinazione d'uso. Per ottimizzare la produzione di contenuti informativi richiesti per le varie autorizzazioni sarebbe necessario che i vari enti sviluppassero una serie di elenchi di contenuti minimi da produrre per l'ottenimento delle autorizzazioni in funzione dell'opera e della destinazione d'uso. Tali elenchi dovrebbero essere sviluppati in modo strutturato, rielaborabile elettronicamente e relazionale in modo che i contenuti minimi vengano automaticamente caricati in funzione dell'opera e della destinazione. Questo ragionamento porterebbe a due vantaggi sostanziali, uno da parte del team di progettazione ed uno da parte dell'ente di cui è richiesta l'autorizzazione. Per quanto riguarda il team di progetto, esso avrebbe una checklist dei contenuti informativi da produrre per lo

specifico processo e per i vari enti senza dover produrre contenuti informativi in eccesso. Per quanto riguarda l'ente di cui è richiesta l'autorizzazione, quale potrebbe essere ad esempio la pubblica amministrazione, esso potrebbe basare il suo parere su contenuti informativi ed elaborati grafici e documentali esenti da tutto ciò che non è necessario ai fini autorizzativi. In quest'ottica, nella proposta di norma parte 4 non oggetto della presente tesi, è stata operata una riorganizzazione dell'intero apparato documentale richiesto in funzione della disciplina, della fase a cui è rivolta ed a cosa è finalizzata, come precedentemente indicato nel paragrafo 4.5.

Sempre in riferimento all'esempio precedente, il risultato della fase di progettazione autorizzativa potrebbe essere la produzione di tutti i contenuti informativi relativi alla tipologia di ampliamento scelta dal committente attraverso il quale è possibile le autorizzazioni ed i pareri da parte della pubblica amministrazione, dei Vigili del Fuoco, dell'Ufficio di Igiene e di ogni altro ente terzo interessato.

5.3.3.3 Fase Tecnologica

La fase di progettazione tecnologica è l'insieme dei contenuti informativi relativi all'ingegnerizzazione di tutte le lavorazioni e, pertanto, definisce compiutamente l'opera in ogni particolare di cui è composta. Per definizione compiuta dell'opera non si intende solamente la definizione della parte architettonica, strutturale ed impiantistica, ma anche di ogni altra disciplina interessata.

All'interno del processo delle costruzioni, la fase di progettazione tecnologica recepisce i contenuti informativi elaborati nella precedente fase di progettazione autorizzativa e le prescrizioni dettate nei titoli abilitativi e li sviluppa nel dettaglio arrivando fino alla definizione compiuta dei singoli sistemi e delle singole famiglie di prodotti.

Sempre in riferimento all'esempio precedente, il risultato della fase di progettazione tecnologica potrebbe essere la produzione dei contenuti informativi relativi all'ingegnerizzazione della totalità degli aspetti relativi alla tipologia di ampliamento per il quale sono stati ricevuti i pareri positivi nella precedente fase di progettazione autorizzativa.

La fase di progettazione tecnologica è quindi caratterizzata dalla produzione dei contenuti informativi relativi all'ingegnerizzazione e cantierabilità della totalità degli aspetti che fanno parte dell'opera. Per tale fase è riscontrabile, quindi, un parallelismo con il livello di progettazione esecutiva attualmente previsto nel Codice Appalti.

5.3.4 Stadio di Produzione

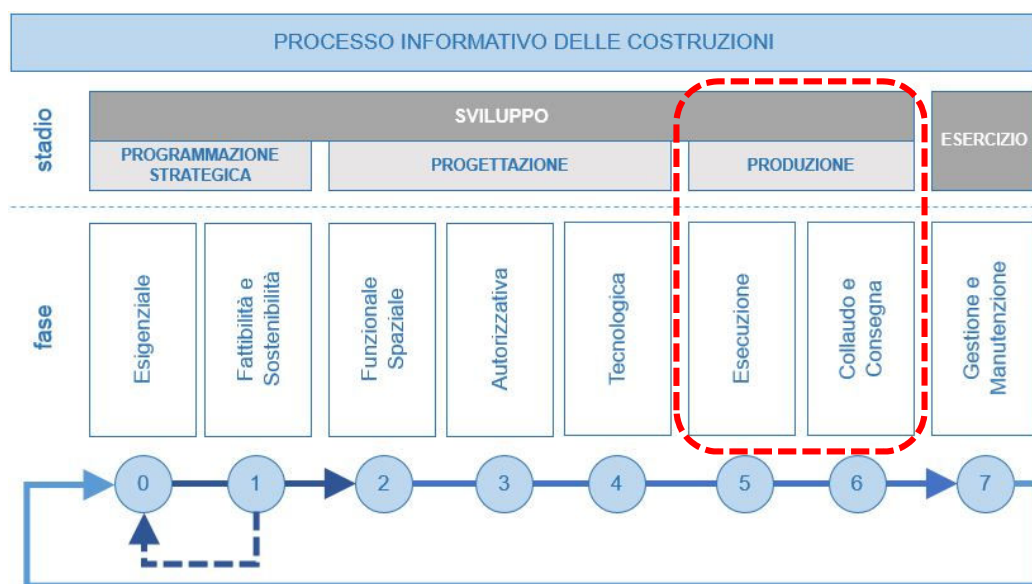


Figura 38 - Stadio di produzione (elaborazione dell'autore)

Lo stadio di produzione è l'insieme strutturato dei contenuti informativi relativi alla realizzazione dell'intervento, sulla base di quanto definito negli stadi di programmazione strategica e progettazione. Fanno parte dello stadio di produzione anche tutti i contenuti informativi relativi alle attività operative ed amministrative volte ad accertare che siano stati raggiunti gli obiettivi in termini di qualità, tempi e costi prefissati e che tutto ciò che è stato prodotto sia conforme alle normative tecniche ed alle leggi di settore.

All'interno del processo delle costruzioni, lo stadio di produzione ha lo scopo di produrre i contenuti informativi necessari per la realizzazione ed il collaudo di tutto ciò che è stato definito e autorizzato nello stadio di progettazione in risposta alle esigenze esplicite od implicite del committente espresse nello stadio di programmazione strategica.

Lo stadio di produzione è costituito da due differenti fasi, che sono quella di costruzione e quella di collaudo e consegna.

5.3.4.1 Fase di Esecuzione

La fase di esecuzione è l'insieme dei contenuti informativi caratteristici della sede produttiva (cantiere) e contempla la produzione delle informazioni relative a tutte le attività da svolgere per la realizzazione dell'opera sulla base di quanto definito nel precedente stadio di progettazione.

La fase di esecuzione comprende anche la redazione dei contenuti informativi specifici alla cantierizzazione, alla definizione dei prodotti ed alla contabilità. La parte di contabilità, che risulta essere ben descritta in termini di procedure e verbali nel Codice Appalti e nel Regolamento Appalto, ha un ruolo cruciale all'interno della fase, in quanto permette di acquisire i contenuti informativi relativi a ciò che è stato realizzato, in termini di quantità e qualità, con il quale aggiornare il modello informativo dell'opera.

5.3.4.2 Fase di Collaudo e consegna

La fase di collaudo e consegna è l'insieme dei contenuti informativi che hanno lo scopo di verificare ciò che è stato realizzato e consegnare al committente l'opera ed i relativi contenuti informativi aggiornati in conseguenza di quanto è stato effettivamente eseguito.

I contenuti informativi prodotti durante le operazioni di collaudo comprendono la verifica tecnica, amministrativa, contabile, procedurale, economica ed autorizzativa di quanto realizzato nella fase di esecuzione. Per tali operazioni ci si potrebbe continuare a riferire agli articoli che vanno dall'art.215 all'art. 238 del Titolo X del Regolamento Appalti.

“1. Il collaudo ha lo scopo di verificare e certificare che l'opera o il lavoro siano stati eseguiti a regola d'arte, secondo il progetto approvato e le relative prescrizioni tecniche, nonché le eventuali perizie di variante, in conformità del contratto e degli eventuali atti di sottomissione o aggiuntivi debitamente approvati. Il collaudo ha altresì lo scopo di verificare che i dati risultanti dalla contabilità finale e dai documenti giustificativi corrispondano fra loro e con le risultanze di fatto, non solo per dimensioni, forma e quantità, ma anche per qualità dei materiali, dei componenti e delle provviste, e che le procedure espropriative poste a carico dell'esecutore siano state espletate tempestivamente e diligentemente. Il collaudo comprende altresì tutte le verifiche tecniche previste dalle leggi di settore.

2. Gli accertamenti e le verifiche effettuati nelle visite sopralluogo disposte dall'organo di collaudo possono non comprendere tutti quelli previsti dal comma precedente; tali accertamenti e verifiche, in ogni caso, al termine delle operazioni, debbono risultare nel certificato di collaudo da inviare alla stazione appaltante.

3. Il collaudo comprende anche l'esame delle riserve dell'esecutore, sulle quali non sia già intervenuta una risoluzione definitiva in via amministrativa, se iscritte nel registro di contabilità e nel conto finale nei termini e nei modi stabiliti dal presente regolamento.”³⁸

La consegna dell'opera è l'atto formale attraverso il quale viene chiuso lo stadio di produzione, con il trasferimento dell'opera e le relative informazioni, al committente e al gestore/manutentore. I contenuti informativi consegnati devono essere coerenti con ciò che è stato effettivamente realizzato, tenendo conto di tutte le varianti e le piccole modifiche eventualmente occorse in corso d'opera.

All'interno del modello informativo devono essere presenti anche tutte i contenuti informativi utili per il successivo stadio di esercizio.

³⁸ Art.215 – “d.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207 – Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163”

5.3.5 Stadio di esercizio

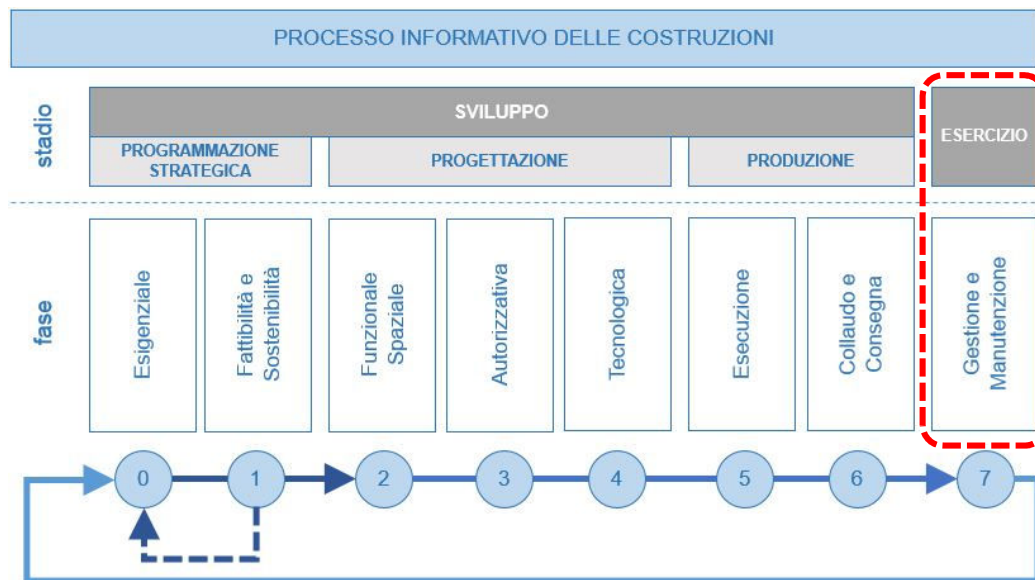


Figura 39 - Stadio di esercizio (elaborazione dell'autore)

Lo stadio di esercizio è l'insieme strutturato dei contenuti informativi relativi all'impiego e conservazione dell'opera.

All'interno del processo delle costruzioni, lo stadio di esercizio comprende la gestione corrente, l'esercizio degli impianti e la manutenzione ordinaria e straordinaria dell'opera o delle sue parti.

La gestione corrente è definita come *“Fase che attiene alle attività che devono essere svolte per mantenere l'organismo edilizio in condizioni ottimali di fruibilità, a prescindere dal decadimento delle sue prestazioni, sulla base delle istruzioni operative del programma gestionale relative alla controllabilità e alla pulibilità delle sue parti”*.³⁹

³⁹ 3.3.1 – UNI 10723:1998 – Classificazione e definizione delle fasi processuali degli interventi edilizi di nuova costruzione.

L'esercizio degli impianti è definito come *“Fase che attiene alle attività che devono essere svolte per il corretto funzionamento degli impianti tecnici dell'organismo edilizio sulla base della programmazione gestionale”*.⁴⁰

La manutenzione è definita come *“Fase che raggruppa le attività di riparazione e/o di sostituzione delle parti dell'organismo edilizio per assicurarne nel tempo il corretto funzionamento, in base alla programmazione gestionale”*.⁴¹

Le tre parti che compongono la fase di gestione e manutenzione sono sostanzialmente differenti tra loro ma, secondo la logica che ha guidato la suddivisione del processo in fasi legata alla sequenzialità delle stesse, esse risultano comunque costituire parti di un unico insieme, in quanto avvengono ciclicamente e contemporaneamente, dal momento di consegna dell'opera al termine della sua vita utile senza ordine di reale sequenzialità.

Lo stadio di esercizio è costituito da un'unica fase, che è quella di gestione e manutenzione.

5.3.5.1 Fase di Gestione e manutenzione

La fase di gestione e manutenzione è l'insieme strutturato dei contenuti informativi relativi alle attività di esercizio che, a partire dall'entrata in servizio dell'opera, si susseguono, allo scopo di assicurarne il corretto funzionamento e mantenimento/miglioramento delle prestazioni dell'opera, fino all'esaurimento del suo ciclo di vita tecnico, funzionale ed economico. Mentre per le definizioni di esaurimento del ciclo di vita tecnico e funzionali non vi sono dubbi interpretativi, per esaurimento del ciclo di vita economico si intende la disponibilità o meno dello specifico oggetto in esame sul mercato, in quanto ciò influisce fortemente sulla sua manutenibilità.

⁴⁰ 3.3.2 – UNI 10723:1998 – Classificazione e definizione delle fasi processuali degli interventi edilizi di nuova costruzione.

⁴¹ 3.3.3 – UNI 10723:1998 – Classificazione e definizione delle fasi processuali degli interventi edilizi di nuova costruzione.

6 Scomposizione dell'opera informativa

6.1 Generalità

Il settore delle costruzioni è caratterizzato, a livello nazionale, dalla presenza di un elevato numero di imprese di piccole dimensioni, talvolta individuali. A causa di questa elevata frammentazione, e della natura spesso artigianale delle imprese fortemente legate al territorio di appartenenza, il settore delle costruzioni è caratterizzato dalla massiccia presenza di una pluralità di linguaggi. Un caso emblematico è quello dei piazzari delle varie camere di commercio locali, nei quali spesso lo stesso elemento viene denominato e descritto con modalità differenti a seconda delle usanze gergali locali. Ciò genera una scarsa fluidità nel passaggio dei contenuti informativi all'interno del gruppo di operatori che collaborano durante il processo, che si ripercuote inevitabilmente anche al suo esterno. Nell'ottica della digitalizzazione dei processi e della loro crescente automatizzazione l'eterogeneità dei linguaggi adottati può generare notevoli difficoltà, maggiori che nella gestione tradizionale, in quanto i calcolatori operano in funzione di linguaggi standardizzati e sono privi di capacità interpretativa.

Per ovviare a questo problema sarebbe di fondamentale importanza che tutti gli attori della filiera delle costruzioni adottassero un sistema standardizzato di scomposizione, classificazione, denominazione e codifica relativo a tutti i contenuti informativi legati all'opera durante l'intero ciclo di vita.

Innanzitutto attraverso una scomposizione informativa standardizzata dell'opera sarebbe possibile suddividere tutti i contenuti informativi relativi ai singoli spazi, oggetti, soggetti ed attività che fanno parte del processo delle costruzioni in una

struttura logica, e renderli quindi correttamente collocabili e rapidamente individuabili in funzione della loro entità.

Inoltre, applicando una classificazione standardizzata dei contenuti informativi dell'opera sarebbe possibile creare una struttura gerarchica ordinata all'interno della quale posizionare i contenuti informativi relativi a spazi, oggetti, soggetti ed attività che fanno parte del processo delle costruzioni a seconda della loro appartenenza o meno ad un gruppo contraddistinto da determinate proprietà caratteristiche.

Infine, effettuando una denominazione dei contenuti informativi dell'opera secondo una procedura standardizzata e condivisa sarebbe possibile risolvere, o perlomeno ridurre in modo consistente, il problema della pluralità e dell'eterogeneità che caratterizza attualmente il tema dell'identificazione dei contenuti informativi, riducendo sprechi, contenziosi, ripetizioni di attività, dilatazioni dei tempi ed extracosti associati.

Secondo uno studio del NIST, *National Institute of Standard and Technology, U.S. Department of Commerce Technology Administration*, relativo alla quantificazione degli extracosti di produzione e gestione è emerso che la mancanza di uno scambio rapido e accurato di informazioni legate soprattutto al progetto e generate dai diversi professionisti coinvolti, comporta extra-costi pari a 53,00 €/m², in fase di produzione, e pari a 2,00 €/m² annui in fase di gestione e manutenzione. La ricerca del NIST evidenzia inoltre come gli extracosti dovuti alle inefficienze nel settore “costruzioni non residenziali” incidano per circa il 30% del PIL riconducibile al settore stesso, che nel contesto italiano risulterebbero pari a circa 15 miliardi di euro.⁴²

⁴² M. P. Gallaher, A. C. O'Connor, J. L. Dettbarn Jr, L. T. Gilday - Cost Analysis of Inadequate Interoperability in the U.S. Capital Facilities Industry - National Institute of Standards and Technology, 2004

Dunque, mediante una codifica dei contenuti informativi dell'opera basata su una procedura standardizzata sarebbe infine possibile assegnare ad ognuno di essi un codice univoco, in modo da renderlo immediatamente richiamabile tramite una risorsa informatica.

Attraverso l'unione di questi quattro aspetti precedentemente descritti, ovvero la scomposizione, la classificazione, la denominazione e la codifica dei contenuti informativi, sarebbe possibile gestire l'intero processo in modo più snello ed efficace rendendolo adatto alla digitalizzazione.

La presente tesi, relativa alla proposta di norma UNI 11337-1:2016, incentrata sugli aspetti generali dei contenuti informativi correlati alla digitalizzazione dei processi informativi delle costruzioni, prende in considerazione solamente la parte relativa alla scomposizione informativa dell'opera, mentre le restanti parti di classificazione, denominazione e codifica sono oggetto della proposta di norma UNI 11337-2:2016 e UNI 11337-3:2016.

L'intento è stato dunque quello di creare una struttura organizzata, possibilmente gerarchica, all'interno della quale collocare in modo logico ed intuitivo tutti i contenuti informativi relativi all'opera in modo da renderli facilmente collocabili e rintracciabili, sia da una risorsa umana che da una risorsa informatica. Per ottenere un risultato ottimale, è stato tenuto in conto anche che tale struttura dovesse essere una base facilmente ed efficacemente utilizzabile anche per le operazioni di classificazione, denominazione e codifica dei contenuti informativi.

Durante lo sviluppo di una struttura di scomposizione informativa si è tenuto conto del fatto che essa dovesse essere relativa all'intero processo, e non solo allo stadio di progettazione. Ciò è di fondamentale importanza in quanto l'intento della proposta di norma è quello della gestione digitale dei contenuti informativi relativi all'intero processo, quindi dalla fase esigenziale a quella di gestione e manutenzione dell'opera.

6.2 Schemi di scomposizione attualmente utilizzati

Il punto di partenza è stata l'analisi dei sistemi di scomposizione e classificazione attualmente più utilizzati e conosciuti a livello nazionale ed internazionale, con particolare attenzione ai primi per cercare di non realizzare una struttura totalmente avulsa dal *modus operandi* degli operatori della filiera delle costruzioni nel nostro paese.

6.2.1 Norma UNI 8290-1:1981 – Sistema tecnologico – classificazione e terminologia

A livello nazionale, la norma più utilizzata nel settore delle costruzioni per la scomposizione tecnologica e la classificazione è senza dubbio la norma pubblicata nel Settembre del 1981 dall'Ente Nazionale di Unificazione Italiano denominata *UNI 8290-1:1981 – Sistema tecnologico – classificazione e terminologia*, che riguarda solamente gli oggetti fisici di cui è composta un'opera e ne opera una classificazione in relazione alla funzione da essi svolta. Il campo di applicazione dichiarato della norma è ristretto alla sola edilizia residenziale, ma risulta essere facilmente estendibile a livello concettuale alla totalità delle tipologie di opere.

La classificazione del sistema tecnologico indicata nella norma permette la scomposizione degli oggetti fisici che compongono l'opera all'interno di una struttura articolata in tre livelli gerarchici ad approfondimento crescente:

- Classi di unità tecnologiche, definite come insieme omogeneo di unità tecnologiche dal punto di vista dei requisiti e/o di classi di requisiti ad esse attribuibili;
- Unità tecnologiche, definite come raggruppamento di funzioni, compatibili tecnologicamente, necessarie per l'ottenimento delle prestazioni richieste;

- Classi di elementi tecnici, definite come insieme di prodotti edilizi in grado di svolgere le medesime funzioni all'interno dell'organismo edilizio, proprie di una o più unità tecnologiche.

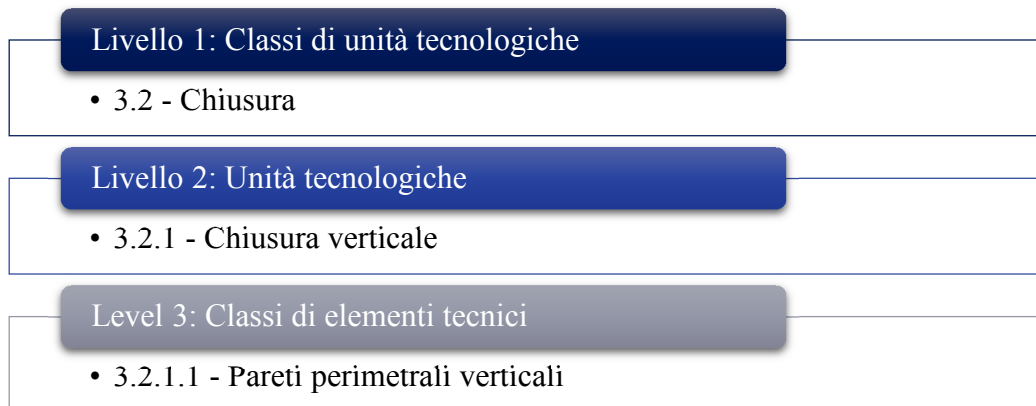


Tabella 14 - Esempi di classificazione di una chiusura verticale attraverso la UNI 8290-1:1981 (elaborazione dell'autore)

Le definizioni relative ai primi due livelli di approfondimento, ovvero quelle delle classi di unità tecnologiche e quelle delle unità tecnologiche, sono più orientate ad indicare le funzioni svolte, finalizzate a soddisfare determinate esigenze del committente, mentre le definizioni del terzo livello di approfondimento, ovvero quelle delle classi di elementi tecnici, sono orientate ad indicare le classi di prodotti che rappresentano una risposta, parziale o complessiva, delle funzioni indicate nei primi due livelli, ma sono tali da evitare il più possibile soluzioni precostituite.

Complessivamente le classi di unità tecnologiche indicate nella norma sono otto, ovvero strutture, chiusure, partizioni interne, partizioni esterne, impianti di fornitura servizi, impianti di sicurezza, attrezzature interne ed attrezzature esterne, le quali sono a loro volta suddivise in numerose unità tecnologiche e classi di elementi tecnici fino a formare un articolato ed esaustivo schema ad albero.

Di seguito è riportata a titolo esemplificativo la porzione della scomposizione relativa alle sole classi di unità tecnologiche strutture e chiusure.

classi unità tecnologiche	definizioni	unità tecnologiche	definizioni	classi di elementi tecnici
struttura	Insieme delle unità tecnologiche e degli elementi tecnici appartenenti al sistema edilizio aventi funzione di sostenere i carichi del sistema edilizio stesso e di collegare staticamente le sue parti.	struttura di fondazione	Insieme degli elementi tecnici del sistema edilizio aventi funzione di trasmettere i carichi del sistema edilizio stesso al terreno.	strutture di fondazione dirette
				strutture di fondazione indirette
		struttura di elevazione	Insieme degli elementi tecnici del sistema edilizio aventi funzione di sostenere i carichi verticali e/o orizzontali, trasmettendoli alle strutture di fondazione.	strutture di elevazione verticali
				strutture di elev. orizzontali ed inclinate
				strutture di elevazione spaziali
		struttura di contenimento	Insieme degli elementi tecnici funzionalmente connessi con il sistema edilizio aventi funzione di sostenere i carichi derivanti dal terreno.	strutture di contenimento verticali
strutture di contenimento orizzontali				
chiusura	Insieme delle unità tecnologiche e degli elementi tecnici del sistema edilizio aventi funzione di separare e di conformare gli spazi interni del sistema edilizio stesso rispetto all'esterno.	chiusura verticale	Insieme degli elementi tecnici verticali del sistema edilizio aventi funzione di separare gli spazi interni del sistema edilizio stesso rispetto all'esterno.	pareti perimetrali verticali
				infissi esterni verticali
		chiusura orizzontale inferiore	Insieme degli elementi tecnici orizzontali del sistema edilizio aventi funzione di separare gli spazi interni del sistema edilizio stesso dal terreno sottostante o dalle strutture di fondazione.	solai a terra
				infissi orizzontali
		chiusura orizz. su spazi esterni	Insieme degli elementi tecnici orizzontali del sistema edilizio aventi funzione di separare gli spazi interni del sistema edilizio stesso da spazi esterni sottostanti.	solai su spazi aperti
chiusura superiore	Insieme degli elementi tecnici orizzontali o sub-orizzontali del sistema edilizio aventi funzione di separare gli spazi interni del sistema edilizio stesso dallo spazio esterno sovrastante.	coperture		
		infissi esterni orizzontali		

Tabella 15 - Porzione del sistema di scomposizione secondo la UNI 8290-1:1981 (UNI 8290-1:1981)

Nella norma sono presenti inoltre i criteri per l'individuazione di un ulteriore livello, caratterizzato da un livello di approfondimento ancora più elevato, identificato come elementi tecnici, definiti come prodotti edilizi più o meno complessi capaci di svolgere completamente o parzialmente funzioni proprie di una o più unità tecnologiche e che si configurano come componenti caratterizzanti di un subsistema tecnologico.

I punti di forza della norma risiedono nella sua efficacia nello scomporre tecnologicamente l'opera negli elementi fisici tangibili di cui è composta, nel fatto che essa sia organizzata in modo tale da poterli comprendere tutti all'interno di un unico schema e nella sua forte connotazione gerarchica che rende facilmente collocabili gli elementi all'interno della struttura. Per questi motivi tale norma risulta essere anche alla base dell'attività di *Work Breakdown Structure* (WBS), ovvero della disarticolazione tecnologica dell'opera, realizzata sia nello stadio di progettazione che in quello di costruzione.

L'attività di *Work Breakdown Structure* è di fondamentale importanza nelle varie fasi dello stadio di progettazione, in quanto permette di scomporre l'intera opera nei componenti di cui è costituita fino ad un livello di approfondimento gestibile, come ad esempio gli elementi tecnici. All'interno dei processi digitali delle costruzioni questa logica assume una valenza fondamentale, in quanto permette di scomporre l'intero patrimonio di contenuti informativi relativi ad ogni singolo aspetto dell'opera in una struttura definita, e quindi facilmente richiamabile anche da risorse elettroniche. Per essere adatta a tale scopo, la scomposizione dovrebbe però riguardare tutti gli aspetti relativi all'opera, e quindi anche aspetti non meramente tecnologici ma spaziali e processuali, e dovrebbe potersi spingere ad un livello di dettaglio notevolmente maggiore, quali ad esempio i prodotti da costruzione, le risorse ed i mezzi.

I punti di debolezza, in relazione allo scopo della proposta di norma oggetto della tesi, sono fondamentalmente la ristretta applicabilità al solo campo tecnologico, che esclude appunto tutti i contenuti informativi spaziali e processuali, e lo scarso livello di approfondimento del livello più dettagliato in relazione alle potenzialità degli strumenti informatici a disposizione.

Per quanto riguarda il primo punto di debolezza individuato, all'interno del processo delle costruzioni, ed in quantità ancora maggiore all'interno del processo digitalizzato delle costruzioni, l'entità dei contenuti informativi non meramente

tecnologici che deve essere gestita è notevole e deve necessariamente trovare un corretto collocamento all'interno della struttura di scomposizione informativa. Si pensi ad esempio a tutti i contenuti informativi relativi ad attività, mezzi ed attrezzature e risorse umane che rimarrebbero inevitabilmente esclusi e dovrebbero necessariamente essere raccolti e classificati in una struttura a se stante, andando inevitabilmente a complicare, o perlomeno rendere più macchinoso, il processo di scomposizione e di consultazione dei contenuti informativi stessi. Questo sarebbe un problema non di poco conto, in quanto i sistemi informatici, che stanno alla base del processo digitale delle costruzioni, mal si adatterebbero ad una struttura che contiene solamente una parte dei contenuti informativi, ed una eventuale struttura ausiliaria integrativa finirebbe con il rallentare il flusso informativo.

Per quanto riguarda il secondo punto di debolezza individuato, il problema, benché facilmente risolvibile attraverso uno sviluppo nel dettaglio della norma, è di rilevanza ancora maggiore rispetto al primo. Come precedentemente detto, le potenzialità dei sistemi informatici attualmente disponibili, ed in entità ancora maggiore per quanto riguarda quelli che verranno sviluppati, sono tali da gestire una notevole mole di contenuti informativi interconnessi tra loro. Se fino a qualche anno fa era possibile gestire in modo efficiente ed efficace i contenuti informativi fino al livello di approfondimento degli elementi tecnici, e la gestione dei successivi livelli di approfondimento richiedeva uno sforzo tale da renderlo diseconomico, attualmente sarebbe possibile gestire contenuti informativi relativi a livelli di approfondimento molto maggiori, purché siano stati opportunamente generati ed elaborati. Qualora i contenuti informativi relativi ai singoli prodotti da costruzione, agli strati funzionali ed all'elemento tecnico fossero strutturati e rielaborabili elettronicamente, attraverso opportuni algoritmi sarebbe possibile collegarli tra loro, in modo che i contenuti informativi relativi all'elemento tecnico siano il risultato di un algoritmo basato sui contenuti informativi relativi

agli strati funzionali, risultati anch'essi di un algoritmo basato sui contenuti informativi relativi ai prodotti da costruzione di cui è composto. Si pensi ad esempio ad una chiusura verticale opaca isolata, composta quindi da vari strati funzionali che composti a loro volta da numerosi prodotti da costruzione. Implementando i contenuti informativi relativi ai prodotti da costruzioni ipotizzati, quali ad esempio blocchi per muratura, pannelli per isolamento ed intonaco, in modo strutturato e rielaborabile elettronicamente sarebbe possibile ottenere in modo automatizzato alcuni contenuti informativi ad essi legati relativi agli strati funzionali, eventualmente da integrare con contenuti informativi aggiuntivi specifici, ed ottenere secondo la stessa logica i contenuti informativi relativi all'elemento tecnico. A titolo esemplificativo, inserendo tutti i contenuti informativi relativi alle prestazioni termiche dei prodotti da costruzione adottati nella soluzione ipotizzata si potrebbero ottenere in modo automatico i contenuti informativi relativi alle prestazioni termiche degli strati funzionali, e di seguito anche quelli dell'elemento tecnico. Inoltre, se questi contenuti informativi fossero collegati, una eventuale modifica ad un contenuto informativo relativo alle prestazioni termiche di un prodotto da costruzione apporterebbe una modifica automatica ai contenuti informativi relativi alle prestazioni termiche degli strati funzionali e dell'elemento tecnico. Tuttavia, per rendere questo processo il più snello ed efficace possibile è necessario però, oltre al fatto di avere tutti i contenuti informativi in natura strutturata e rielaborabile elettronicamente, avere una struttura di scomposizione informativa adatta ad accogliere anche i contenuti informativi relativi ad un livello di approfondimento così elevato, senza dover rimandare le applicazioni informatiche a banche dati esterne alla struttura stessa. Questo punto di debolezza potrebbe essere facilmente risolto attraverso uno sviluppo della norma fino ad un livello di approfondimento tale da comprendere anche i singoli prodotti da costruzione, anche se si finirebbe inevitabilmente con il perdere l'ordine gerarchico nei livelli introdotti a causa della possibilità che un

determinato prodotto da costruzione possa essere utilizzato per elementi tecnici differenti.

6.2.2 OmniClass

A livello internazionale, un sistema di scomposizione ampiamente diffuso all'interno del settore delle costruzioni è il sistema di stampo statunitense denominato OmniClass. Tale sistema di scomposizione ha lo scopo di organizzare le informazioni associate alla filiera delle costruzioni e si basa sui principi indicati nelle norme “*ISO/FDIS 12006-2:2001 – Organization of information about construction works – Part 2: Framework for classification*” e “*ISO/PAS 12006-3:20: Organization of information about construction works – Part 3: Framework for object oriented information exchange*”.

Lo sviluppo del sistema OmniClass da parte del *OmniClass Construction Classification System Development Committee* si è basato sull'analisi dei sistemi di classificazione esistenti, tra i quali il sistema MasterFormat, il sistema UniFormat ed il sistema UniClass.

Il sistema adotta una modalità di classificazione mista, con la combinazione di un approccio enumerativo ed un approccio a faccette. Esso è infatti composto da 15 tabelle che classificano tutte le entità del settore delle costruzioni secondo un approccio enumerativo, e le voci che hanno il compito di descrivere tali entità possono essere combinate tra loro secondo un approccio a faccette.

Le 15 tabelle per la classificazione delle entità del settore delle costruzioni, i cui livelli di sviluppo e di dettaglio sono legati all'entità a cui si riferiscono, sono:

Table 11	Construction Entities by Function
Table 12	Construction Entities by Form
Table 13	Spaces by Function

Table 14	Spaces by Form
Table 21	Elements
Table 22	Work Results
Table 23	Products
Table 31	Phases
Table 32	Services
Table 33	Disciplines
Table 34	Organizational Roles
Table 35	Tools
Table 36	Information
Table 41	Materials
Table 49	Properties

Tabella 16 - Tabelle OmniClass per la classificazione delle entità del settore delle costruzioni (<http://www.omniclass.org/tables>)

Le varie tabelle possono essere utilizzate in modo indipendente tra loro per la classificazione un particolare tipo di contenuto informativo, oppure le voci all'interno delle tabelle possono essere combinate tra loro per la classificazione di elementi di maggior complessità.

Il sistema presenta numerosi aspetti positivi ed alcuni negativi. Tra gli aspetti positivi vi è sicuramente la possibilità di combinare una pluralità di voci per la descrizione di un elemento, il che permette di raggiungere un livello di dettaglio molto elevato. Il sistema risulta essere inoltre facilmente aggiornabile in funzione dell'evoluzione tecnologica attraverso l'aggiunta delle voci ritenute necessarie alla tabella cui esse fanno riferimento.

Un aspetto negativo di tale sistema di classificazione è il fatto che la descrizione di un elemento è fortemente legata al livello di dettaglio a cui la descrizione stessa viene effettuata. Ciò comporta che uno stesso elemento possa avere due o più

descrizioni differenti, con il decadimento del principio cardine della classificazione, ovvero l'univocità.

6.2.3 CSI UniFormat 2010

Sempre a livello internazionale, un altro sistema di scomposizione, anch'esso incentrato sul sistema tecnologico come la norma UNI 8290-1:1981 precedentemente citata, è quello di stampo canadese realizzato dal *Construction Specifications Institute* la cui versione aggiornata è stata pubblicata il 17 Settembre del 2010 con il nome *CSI UniFormat 2010*. Esso è importante a livello internazionale in quanto tale sistema di scomposizione è stato adottato nella redazione del *Level of Development Specification 2014* da parte di BIMForum.

Il documento fornisce un metodo per organizzare le informazioni relative ad elementi funzionali, o parti dell'intervento caratterizzate da determinate funzioni, senza tener conto dei materiali o dei metodi costruttivi. Lo scopo fondamentale è quello di fornire una struttura base agli estimatori sul quale valutare le alternative possibili ed improntare la fase di budgeting a vari livelli di dettaglio.

Concettualmente simile alla disarticolazione tecnologica operata dalla norma *UNI8290*, *UniFormat* fornisce una struttura gerarchica basata su quattro differenti livelli di approfondimento che spaziano dal livello 1 che è riferito ai *Major elements* al livello 4 che è riferito ai *Subelements*.

Di seguito è riportata una schematizzazione dei livelli con l'esempio dei muri di fondazione per illustrare la logica della codificazione operata da *CSI UniFormat*:

<p>Level 1: Major elements</p> <ul style="list-style-type: none"> • A - SUBSTRUCTURE
<p>Level 2: Group elements</p> <ul style="list-style-type: none"> • A10 - Foundations
<p>Level 3: Elements</p> <ul style="list-style-type: none"> • A1010 - Standard foundations
<p>Level 4: Subelements</p> <ul style="list-style-type: none"> • A1010.10 - Wall foundations

Tabella 17 - Esempio di classificazione delle fondazioni attraverso il sistema UniFormat (www.uniformat.com)

Il *Construction Specifications Institute* adotta una modalità di codificazione alfanumerica a cinque caratteri in cui la prima lettera indica il Major element, le due cifre seguenti a step decimali indicano il Group element, le altre due cifre a step decimali indicano l'Element e le eventuali due cifre dopo il punto indicano il Subelements.

I Major elements individuati nel documento sono sette, riportati nella tabella sottostante.

A	SUBSTRUCTURE
B	SHELL
C	INTERIORS
D	SERVICES
E	EQUIPMENT & FURNISHINGS

F SPECIAL CONSTRUCTION AND DEMOLITION

G BUILDING SITEWORK

Tabella 18 - Tabella UniFormat per la classificazione dei Major Elements del settore delle costruzioni (www.uniformat.com)

Il livello fondamentale sul quale si basa tutta la procedura che guida la disarticolazione è il terzo, ovvero il livello degli elementi, e gli altri sono raggruppamenti o specificazioni. Gli elementi vengono descritti come un gruppo di componenti assemblati che insieme svolgono una determinata funzione connotante e continuano a svolgerla nel tempo. Perché un'entità possa essere considerata un elemento, essa deve avere i seguenti requisiti:

- Essere facilmente identificabile, definibile e misurabile;
- Rappresentare un componente che svolge sempre la stessa funzione all'interno del sistema edilizio;
- Avere un costo influente sul costo totale dell'intervento.

6.3 Scomposizione informativa dell'opera proposta

Uno dei sistemi più efficaci di scomposizione, classificazione, denominazione e codifica attualmente presenti è quello recentemente sviluppato dal progetto INNOVance del Politecnico di Milano, che si basa su una classificazione articolata su diversi livelli di complessità oggettuale e progettuale ed adotta un sistema di denominazione basato su una struttura vincolata a compilazione aperta composta da sette campi.

INNOVance è un progetto di filiera tra i vincitori del Bando Industria 2015 sull'efficienza energetica, promosso dal Ministero dello Sviluppo Economico. Primo proponente è l'Associazione Nazionale dei Costruttori Edili, ANCE con 8

imprese associate direttamente coinvolte ed EdilStampa quale coordinatrice assieme ad ANCEenergia. Tra i partner figurano i Politecnici di Milano e Torino, l'Università Federico II di Napoli, l'ITC-CNR e ISTEDIL, il Consorzio T.R.E., le rappresentanze delle associazioni di produttori Federlegno Arredo, ANDIL (laterizi), UNCSALL (costruzioni metalliche) e Concreto (calcestruzzi), le aziende software OneTeam (Autodesk) e SAP Italia.⁴³

Per lo sviluppo del sistema di scomposizione informativa dell'opera, parte della proposta di norma oggetto della presente tesi, ci si è basati sul sistema di classificazione realizzato da INNOVance, con l'apporto di alcune modifiche ritenute necessarie per adattarlo allo scopo. Tale scelta è stata dettata dal fatto che all'interno di un unico sistema sia possibile comprendere tutti i contenuti informativi relativi all'opera, che essa sia cumulabile a livello logico con la norma UNI 8290-1:1981 ampiamente utilizzata a livello nazionale e soprattutto dal fatto che essa sia basata su definizioni sufficientemente ampie da non risultare esageratamente stringente e macchinosa. Tale sistema risulta inoltre essere facilmente espandibile qualora ci si rendesse conto che fosse necessario un ulteriore sistema.

Uno degli aspetti tenuti in considerazione è il fatto che il sistema INNOVance è riferito all'opera, intesa sia in termini di contenuti informativi sia in termini di risultato tangibile ottenuto attraverso una serie di lavorazioni, mentre la proposta di norma è riferita solamente alla parte relativa ai contenuti informativi dell'opera stessa, per cui si è reso necessario un adattamento delle definizioni al nuovo campo di applicazione.

⁴³ www.innovance.it

Ai fini della gestione digitale dei processi delle costruzioni si è scomposta l'opera nelle tre macro aree in cui essa è articolata, che sono:

- Processo, definito attraverso i contenuti informativi relativi alle attività, ai mezzi e le attrezzature ed alle risorse umane, associati all'ideazione, alla realizzazione ed alla gestione e manutenzione dell'opera;
- Sito, definito attraverso i contenuti informativi relativi al territorio, all'ambiente ed agli aspetti paesaggistico-naturali associati al sedime dell'opera;
- Edificio/Infrastruttura, definito attraverso i contenuti informativi relativi ai manufatti costituenti l'opera quali componenti tecnologici costruttivi ed impiantistici.



Figura 40 – Macro-aree di scomposizione informativa dell'opera (rielaborazione dell'autore)

Il sistema di scomposizione dei contenuti informativi sviluppato si basa su quattro differenti logiche principali, che sono:

- Logica processuale per evidenziare l'insieme dei contenuti informativi relativi alle attività, ai mezzi e le attrezzature ed alle risorse umane associati alla realizzazione dell'opera;
- Logica naturale/paesaggistica per evidenziare l'insieme dei contenuti informativi relativi alle modifiche all'ambiente e agli aspetti paesaggistico/naturali associati all'opera;

- Logica funzionale-spaziale per evidenziare l'insieme dei contenuti informativi relativi alle aree funzionali in cui l'opera è articolata ed agli spazi che la compongono;
- Logica tecnologica per evidenziare l'insieme dei contenuti informativi relativi alle componenti tecnologiche presenti sia a livello costruttivo che impiantistico.

In relazione a queste logiche, i contenuti informativi relativi all'opera risultano scomposti in cinque sistemi, quattro dei quali (sistema funzionale spaziale, sistema tecnologico costruzioni, sistema tecnologico impianti, sistema ambientale antropico) sono a loro volta scomposti in tre livelli gerarchicamente ordinati ed uno (sistema processuale) scomposto in tre livelli gerarchicamente paralleli.



Figura 41 - Sistemi di scomposizione informativa dell'opera (rielaborazione dell'autore)

I sistemi non sono tanto dei raccoglitori di contenuti informativi, quanto dei raggruppati. Essi infatti non raccolgono contenuti informativi propri ma servono per individuare il gruppo di riferimento dei contenuti informativi stessi, e ne risultano pertanto compiutamente definiti. Ad esempio il sistema processuale non ha contenuti informativi propri, ma ha lo scopo di raggruppare tutti i contenuti informativi relativi ad attività, mezzi ed attrezzature e risorse umane che lo definiscono compiutamente. Lo stesso ragionamento vale anche per il sistema

ambientale antropico, per il sistema funzionale spaziale e per i sistemi tecnologici costruzioni ed impianti.

Una volta definiti i sistemi in cui scomporre i contenuti informativi relativi all'intera opera sono stati definiti tutti i vari livelli di approfondimento di ognuno di essi fino ad ottenere lo schema complessivo di scomposizione informativa.



Figura 42 - Livelli di scomposizione informativa dell'opera (rielaborazione dell'autore)

Come si può notare dallo schema, nella scomposizione informativa dell'opera sono trattati sia gli aspetti processuali, all'interno del sistema processuale, sia gli aspetti funzionali, all'interno del sistema funzionale spaziale, sia quelli oggettuali, all'interno del sistema ambientale antropico e dei sistemi tecnologici costruzione ed impianti.

Questo aspetto è molto importante in quanto rende possibile classificare tutti i contenuti informativi relativi all'intero processo durante il ciclo di vita dell'opera,

e non solo quelli relativi allo stadio di progettazione. Al contrario, un sistema di classificazione tipo quello indicato nella norma UNI 8290-1:1981 non sarebbe adatto allo scopo, in quanto non permetterebbe di classificare anche i contenuti informativi relativi al processo vero e proprio, come quelli relativi ad attività, mezzi ed attrezzature e risorse umane, o quelli relativi alle funzioni e gli spazi.

Di seguito sono approfondite tutte le categorie in cui sono stati scomposti i contenuti informativi relativi all'intera opera, sia essa indistintamente un edificio o un'opera di ingegneria civile. Per quanto riguarda le definizioni delle varie categorie, alcune di esse sono state prese direttamente dal progetto INNOVance ed adattate allo scopo mentre altre, principalmente quelle riferite al sistema processuale ed al sistema ambientale antropico, sono state formulate ex-novo.

6.3.1 Opera

Categoria in cui sono presenti i contenuti informativi relativi all'opera nel suo insieme, intesa come risultato del processo delle costruzioni, sia esso un edificio, un'infrastruttura o un ambiente antropomorfizzato, nei suoi aspetti tangibili e intangibili, attraverso il quale è possibile esplicitare una funzione economica o tecnica in risposta alle esigenze di un committente.

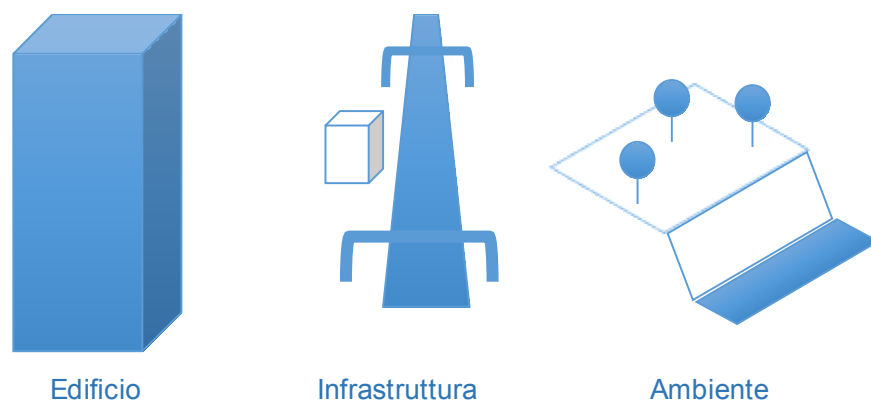


Figura 43 - Esempi di opera (elaborazione dell'autore)

I contenuti informativi nella categoria opera sono quelli di carattere generale, come la destinazione d'uso prevalente, la tipologia, il numero di utenti, le caratteristiche prestazionali, le dimensioni complessive, la localizzazione, ecc.

Ad esempio, se l'opera in questione fosse un edificio ricettivo, nella categoria opera sarebbero riportati i contenuti informativi relativi alla tipologia di albergo, al numero di camere, al numero di stelle, ecc. Se l'opera in questione fosse invece un edificio per l'istruzione, nella categoria opera sarebbero riportati i contenuti informativi relativi alla tipologia di scuola, al livello di istruzione, al numero di alunni, ecc. Lo stesso ragionamento vale nel caso in cui l'opera in questione fosse un'infrastruttura, come ad esempio un ponte o una diga.

6.3.2 Sistema processuale

Categoria in cui sono raggruppati i contenuti informativi relativi al sistema processuale, inteso come l'insieme strutturato di attività e risorse correlate ed interagenti tra loro definite nelle loro funzioni di produzione di specifici output a seguito dell'elaborazione di specifici input.



Attività



Mezzi e
Attrezzature



Risorse
Umane

Figura 44 – Livelli del sistema processuale (elaborazione dell'autore)

Il sistema processuale, così come gli altri quattro sistemi in cui è scomposta in termini informativi l'opera, non ha contenuti informativi propri ma fa solo da raggruppatore, in quanto risulta compiutamente definito dai contenuti informativi in esso raggruppati.

All'interno del sistema processuale sono raggruppati tutti i contenuti informativi relativi alle attività, ai mezzi ed attrezzature ed alle risorse umane impiegate.

Questa categoria, spesso assente nei sistemi di classificazione, è di fondamentale importanza nella gestione digitalizzata del processo informativo delle costruzioni in quanto rende possibile l'inserimento anche di contenuti informativi relativi al processo durante l'intero ciclo di vita e non solo ad entità fisiche.

6.3.2.1 *Attività*

Categoria in cui sono presenti i contenuti informativi relativi alle attività, intese come l'aggregazione organizzata di una o più risorse in termini di lavoro, fornitura e servizio.

Le definizioni di lavoro, fornitura e servizi sono quelle indicate dalla norma UNI 11337-1 attualmente pubblicata, che dovrebbe essere sostituita dalla bozza oggetto della presente tesi.

Il lavoro è inteso come un'attività avente per oggetto l'organizzazione e/o l'aggregazione di risorse ai fini della costruzione, demolizione, recupero, ristrutturazione, restauro, e manutenzione di un'opera nel suo insieme o di sue parti o dell'ambiente in cui è inserita.

La fornitura è intesa come un'attività rivolta all'acquisto, alla locazione finanziaria, alla locazione o all'acquisto a riscatto, con o senza opzione per l'acquisto, di prodotti.

Il servizio è inteso come un'attività predeterminata intrapresa affinché una o più persone possano soddisfare specifiche esigenze secondo le loro aspettative.

Analizzando le definizioni di lavoro, fornitura e servizio è possibile notare come nella categoria attività siano comprese tutte quelle possibili nel panorama dell'intero processo delle costruzioni, sia quelle logico-progettuali sia quelle produttive-operative, che si svolgono dalla fase di analisi delle esigenze a quella di gestione e manutenzione dell'opera.

6.3.2.2 *Mezzi e attrezzature*

Categoria in cui sono presenti i contenuti informativi relativi ai mezzi ed alle attrezzature, intese come gli strumenti necessari per lo svolgimento di un'attività, sia essa un lavoro, un servizio o una fornitura come precedentemente definite.

Tra i mezzi e le attrezzature sono compresi sia quelli relativi alla parte logico-progettuale del processo, come ad esempio i computer utilizzati dagli operatori nello stadio di progettazione, sia quelli relativi alla parte produttiva-operativa, come ad esempio le gru, gli automezzi o gli attrezzi utilizzati dagli operatori nello stadio di produzione.

6.3.2.3 *Risorse umane*

Categoria in cui sono presenti i contenuti informativi relativi alle risorse umane, intese come l'insieme di soggetti che prestano lavoro a servizio di uno o più settori nell'attività produttiva avente per oggetto l'organizzazione o l'aggregazione di risorse per l'ottenimento di specifici risultati.

Tra le risorse umane sono comprese sia quelle che svolgono attività di tipo intellettuale-concettuale, come ad esempio quelle nello stadio di progettazione, sia quelle che svolgono attività di tipo fisico-operativo, come ad esempio quelle nello stadio di produzione.

6.3.3 Sistema ambientale antropico

Categoria in cui sono raggruppati i contenuti informativi relativi al sistema ambientale antropico, inteso come l'insieme strutturato di unità ambientali e/o

elementi spaziali definite nelle loro relazioni e nelle loro specificazioni di prestazione relative alle modifiche apportate dall'intervento umano all'assetto ambientale paesaggistico in cui è inserita l'opera.

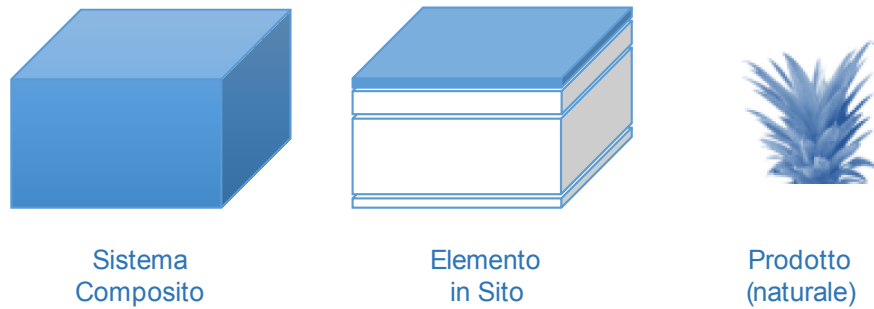


Figura 45 - Livelli del sistema ambientale antropico (elaborazione dell'autore)

All'interno del sistema ambientale antropico sono raggruppati tutti i contenuti informativi relativi ai sistemi composti, agli elementi in sito ed ai prodotti. A differenza del sistema processuale, i livelli in cui è scomposto il sistema ambientale antropico sono gerarchici, ovvero il sistema composito è dato dall'insieme strutturato di più elementi in sito, i quali sono dati a loro volta dall'insieme strutturato di prodotti.

Questa categoria, anch'essa spesso assente nei sistemi di classificazione, è di fondamentale importanza nella scomposizione informativa dell'opera in quanto permette di classificare tutti quei sistemi e quegli elementi messi in atto, che anche se non costituiscono l'opera stessa modificano l'assetto ambientale paesaggistico in cui l'opera è inserita.

6.3.3.1 Sistema composito

Categoria in cui sono presenti i contenuti informativi relativi al sistema composito, inteso come la composizione più o meno articolata di elementi in sito

combinati tra loro in ragione della comune rispondenza ad una funzione aggregatrice.

Si pensi ad esempio ad un edificio a destinazione d'uso prevalentemente residenziale dotato di una parte comune a verde. Tale parte a verde costituisce un sistema composito, con gli eventuali arbusti, camminamenti, panchine ed attrezzature che ne fanno parte. Il sistema composito non è riferito solamente alle parti a verde, ma a tutte le modifiche in generale apportate dall'intervento oggetto del processo all'assetto ambientale paesaggistico

6.3.3.2 *Elemento in sito*

Categoria in cui sono presenti i contenuti informativi relativi all'elemento in sito, inteso come un prodotto installato o messo in opera che, a seguito di una o più lavorazioni, assolve una propria funzione caratterizzante e costituisce parte di un sistema composito assolvendone (o contribuendo ad assolverne) una o più funzioni specifiche.

Sono da considerarsi elementi in sito anche tutti gli strati funzionali facenti parti del sistema composito, per cui, ad esempio, lo strato di drenaggio è un elemento in sito del sistema composito terreno. Fanno parte degli elementi in sito anche arbusti, camminamenti, panchine ed attrezzature che, nel loro insieme, costituiscono un sistema composito come precedentemente definito.

6.3.3.3 *Prodotto*

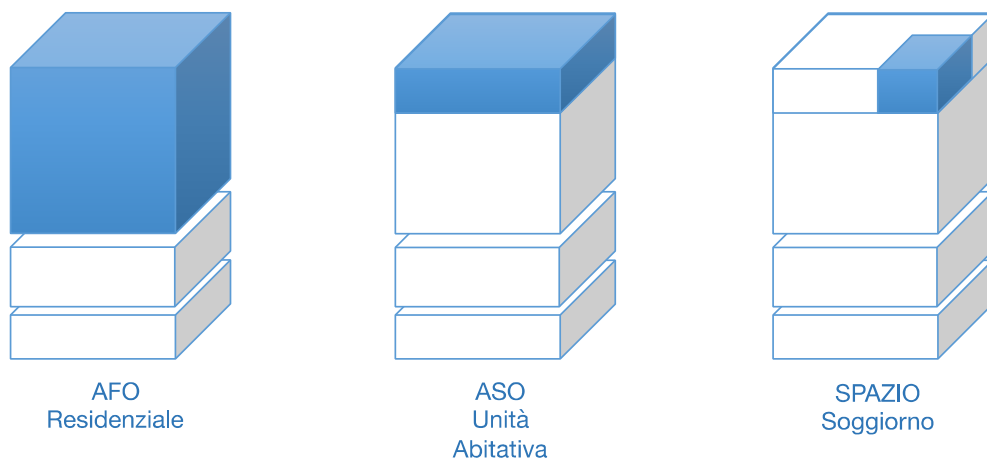
Categoria in cui sono presenti i contenuti informativi relativi al prodotto, inteso come un prodotto non ancora installato o messo in opera, fabbricato ed immesso sul mercato dal produttore per essere incorporato in opere o in parti di esse.

Sono da considerarsi prodotti anche tutti i componenti facenti parti dell'elemento in sito, per cui, ad esempio, la ghiaia è un prodotto che, assieme ad altri prodotti, costituisce l'elemento in sito strato di drenaggio. Fanno parte prodotti anche

essenze, prodotti naturali e prodotti da costruzioni, che, nel loro insieme, costituiscono un elemento in sito come precedentemente definito.

6.3.4 Sistema funzionale spaziale

Categoria in cui sono raggruppati i contenuti informativi relativi al sistema funzionale spaziale, inteso come l'insieme strutturato degli elementi spaziali definiti attraverso funzioni, dimensioni, morfologia, posizioni reciproche e rispetto all'ambiente esterno. Tali elementi spaziali possono essere individuati e definiti sia all'interno del sito che dell'edificio o dell'infrastruttura.



All'interno del sistema funzionale spaziale sono raggruppati tutti i contenuti informativi relativi agli ambiti funzionali omogenei, agli ambiti spaziali omogenei ed agli spazi nello specifico.

Come il sistema ambientale antropico, i livelli in cui è scomposto il sistema funzionale spaziale sono gerarchici, ovvero l'ambito funzionale omogeneo è dato dall'insieme strutturato di più ambiti spaziali omogenei, i quali sono dati a loro volta dall'insieme strutturato di spazi.

Anche questa categoria, come il sistema processuale, spesso assente nei sistemi di classificazione, è di fondamentale importanza nella gestione digitalizzata del processo informativo delle costruzioni in quanto rende possibile l'inserimento anche di contenuti informativi relativi ad elementi non puramente tangibili, se non attraverso gli elementi che ne costituiscono il confine.

6.3.4.1 *Ambito funzionale omogeneo*

Categoria in cui sono presenti i contenuti informativi relativi all'ambito funzionale omogeneo (AFO), inteso come l'insieme di funzioni compatibili che presentano relazioni di media e forte intensità rispetto alla funzione caratterizzante dell'opera e che possono essere esplicitate da componenti organiche e tangibili di un'entità.

La suddivisione dell'opera in ambiti funzionali omogenei viene ragionevolmente condizionata dalle diverse caratteristiche che ciascun ambito funzionale possiede, in termini tecnologici, organizzativi, ed economici. Attraverso gli ambiti funzionali omogenei è possibile evidenziare tutte le funzioni presenti. Nel caso in cui siano presenti più funzioni all'interno del medesimo ambito funzionale, esso viene classificato in base alla funzione prevalente.

Se si pensa ad esempio ad un'opera caratterizzata dalla compresenza di più funzioni, attraverso gli ambiti funzionali omogenei è possibile suddividere l'opera stessa negli ambiti funzionali che la compongono, come l'ambito commerciale e l'ambito residenziale.

Tale livello, così come gli altri, è relativo sia agli edifici che alle infrastrutture. Per esempio, un edificio residenziale può essere scomposto negli AFO residenziale, nell'AFO terziario-uffici e nell'AFO terziario-commerciale. Allo stesso modo un'infrastruttura autostradale può essere scomposta negli AFO di collegamento, nell'AFO di sosta e nell'AFO accessi.

6.3.4.2 *Ambito spaziale omogeneo*

Categoria in cui sono presenti i contenuti informativi relativi all'ambito spaziale omogeneo (ASO), inteso come l'insieme di spazi compatibili che assolvono ad una funzione omogenea.

Attraverso gli ambiti spaziali omogenei è possibile evidenziare tutti i raggruppamenti di spazi che svolgono le medesime tipologie di funzioni, scomponendo un determinato ambito funzionale omogeneo negli ambiti spaziali che lo compongono.

Se si pensa ad esempio ad un'opera caratterizzata dalla presenza di un ambito funzionale omogeneo di tipo commerciale, attraverso gli ambiti spaziali omogenei è possibile suddividere l'ambito funzionale stesso negli ambiti spaziali che la compongono, come il magazzino, l'area vendite e gli uffici.

Anche tale livello, così come gli altri, è relativo sia agli edifici che alle infrastrutture. Per esempio, un edificio residenziale può essere scomposto negli ASO unità abitative. Allo stesso modo un'infrastruttura autostradale può essere scomposta negli ASO di rifornimento e nell'ASO di ristoro.

6.3.4.3 *Spazio*

Categoria in cui sono presenti i contenuti informativi relativi ad un determinato spazio, inteso come la porzione di ambito spaziale omogeneo fruibile e destinata allo svolgimento di attività compatibili.

Attraverso gli spazi, che rappresentano il livello di approfondimento maggiore nell'articolazione secondo la logica funzionale spaziale, è possibile evidenziare puntualmente tutte le singole funzioni svolte all'interno dell'opera.

Se si pensa ad esempio ad un'opera caratterizzata dalla presenza di un ambito funzionale omogeneo di tipo residenziale, attraverso gli spazi è possibile suddividere l'ambito spaziale omogeneo alloggio negli spazi che lo compongono, come il soggiorno, la cucina, il bagno e la camera da letto.

Anche tale livello, così come gli altri, è relativo sia agli edifici che alle infrastrutture. Per esempio, un edificio residenziale può essere scomposto negli spazi camera da letto, bagno e cucina. Allo stesso modo un'infrastruttura autostradale può essere scomposta negli spazi bar, servizi igienici e spazi commerciali.

6.3.5 Sistema tecnologico costruzioni

Categoria in cui sono raggruppati i contenuti informativi relativi al sistema tecnologico delle costruzioni, inteso come l'insieme strutturato di unità tecnologiche e/o elementi tecnici definiti nei loro requisiti tecnologici e nelle loro specificazioni di prestazione.

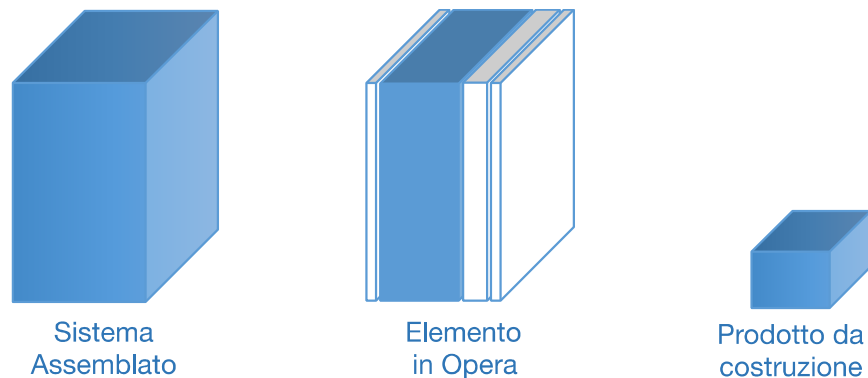


Figura 46 - Livelli del sistema tecnologico costruzioni (elaborazione dell'autore)

Come gli altri sistemi in cui è scomposta l'opera, ad eccezione del sistema processuale, i livelli in cui è scomposto il sistema tecnologico costruzioni sono gerarchici, articolati secondo una logica tecnologica. Il sistema assemblato è dato dall'insieme strutturato di più elementi in opera, i quali sono dati a loro volta dall'insieme strutturato di prodotti da costruzione.

Il sistema tecnologico costruzioni, insieme a quello impianti, risulta essere, come precedentemente detto, il più analizzato dalla letteratura di settore e dalla legislazione. Ciò è stato riscontrato non solo a livello nazionale, ma anche a livello internazionale. La motivazione principale è sostanzialmente legata al fatto che attraverso questi sistemi è possibile scomporre l'intera opera nelle entità tangibili più elementari che la compongono, aumentandone il livello di controllabilità e definendola a ritroso attraverso la definizione gerarchica nel dettaglio.

Volendo mettere in correlazione la struttura presente nella norma UNI 8290-1:1981 – Classificazione del sistema tecnologico, utilizzata nella pressoché totalità dei progetti sviluppati a livello nazionale durante l'intero stadio di progettazione, soprattutto nell'attività di Work Breakdown Structure, con la struttura per la scomposizione informativa dell'opera contenuta nella proposta di norma UNI 11337-1:2016 oggetto della presente tesi, si potrebbe dire che il sistema proposto stia a valle della struttura indicata nella norma attualmente utilizzata e presenti un livello di granularità maggiore. Nella norma UNI 8290-1:1981 la struttura è articolata in tre livelli, che sono rispettivamente Classi di unità tecnologiche, Unità tecnologiche ed infine Classi di elementi tecnici, mentre nella proposta di norma UNI 11337-1:2016 la struttura è anch'essa articolata in tre livelli, che sono però rispettivamente Sistema Assemblato, Elemento in opera e Prodotto da costruzione. Mettendoli a confronto si può notare come il livello più dettagliato della UNI 8290-1:1981, ovvero quello relativo alle Classi di elementi tecnici, corrisponda al livello meno dettagliato della struttura di scomposizione proposta, ovvero quello relativo ai Sistemi assemblati, il quale può essere a sua volta scomposto nei successivi livelli relativi ad Elementi in opera e Prodotti da costruzione.

Un livello di granularità così elevato della struttura relativa alla scomposizione informativa dell'opera permette di dare una corretta collocazione a tutti i contenuti informativi legati al sistema tecnologico costruzioni fino al livello dei

prodotti da costruzione, e ne velocizza ed automatizza il processo di consultazione e rielaborazione. Nell'ottica della piena digitalizzazione del processo informativo delle costruzioni, obiettivo della proposta di norma oggetto della presente tesi, i tre livelli in cui è scomposto il sistema tecnologico costruzioni rappresentano un livello di dettaglio crescente, con i contenuti informativi dei sistemi assemblati ottenuti come rielaborazione elettronica ed automatizzata dei contenuti informativi degli elementi in opera di cui è sono composti, ottenuti a loro volta come rielaborazione elettronica ed automatizzata dei contenuti informativi di prodotti da costruzione presenti nella soluzione tecnologica adottata. Lo scopo è quello di rendere possibile la creazione di un flusso informativo in cui, inserendo o caricando i contenuti informativi dei prodotti da costruzione adottati, essi vengano elaborati e vadano a compilare a cascata in modo automatizzato i campi dei contenuti informativi relativi ad elementi in opera e sistemi assemblati, garantendo la piena coerenza dei contenuti informativi stessi. Attualmente un sistema di gestione dei contenuti informativi come quello ipotizzato non è concretamente attuabile a causa della scarsa disponibilità sul mercato di applicativi informatici in grado di gestire una tale mole di dati ed informazioni in modo automatizzato, ma si prevede che, anche a seguito di un aumento della domanda, verranno sviluppati a breve dalle *software house*.

6.3.5.1 Sistema assemblato

Categoria in cui sono presenti i contenuti informativi relativi al sistema assemblato, inteso come la composizione più o meno articolata di elementi in opera combinati tra loro in ragione della comune rispondenza ad una funzione aggregatrice.

Esso può anche essere inteso come il risultato di uno o più lavori tra loro correlati volti ad ottenere un sistema complesso tangibile, di carattere funzionale e/o fisico spaziale. Se si pensa ad esempio al sistema assemblato chiusura verticale opaca,

esso è il risultato di tutte le lavorazioni di posa e messa in opera degli stati funzionali che lo compongono.

Nel confronto con la norma UNI 8290-1:1981 – Classificazione del sistema tecnologico, il livello Sistema assemblato corrisponde sostanzialmente al livello Classe di elementi tecnici.

6.3.5.2 *Elemento in opera*

Categoria in cui sono presenti i contenuti informativi relativi all'elemento in opera, inteso come un prodotto da costruzione o un prodotto componente installato o messo in opera che, a seguito di una o più lavorazioni, assolve una propria funzione caratterizzante e costituisce parte di un sistema assemblato assolvendone, o contribuendo ad assolverne, una o più funzioni specifiche.

Sono da considerarsi elementi in opera tutti gli strati funzionali facenti parti del sistema assemblato. Se si pensa ad esempio al sistema assemblato chiusura verticale opaca, tutti gli strati funzionali che lo compongono, come la muratura in blocchi, l'intonaco interno, lo strato di isolamento e la finitura microventilata, sono da considerarsi elementi in opera, i quali saranno a loro volta il risultato di tutte le lavorazioni di posa e messa in opera dei prodotti da costruzione che li compongono.

Nel caso delle strutture, gli elementi strutturali che ne fanno parte sono tutti trattati come elementi in opera, facenti parte del sistema assemblato struttura di fondazione, di quello struttura di elevazione, ecc.

6.3.5.3 *Prodotto da costruzione*

Categoria in cui sono presenti i contenuti informativi relativi al prodotto da costruzione, inteso come un prodotto non ancora installato o messo in opera, fabbricato ed immesso sul mercato per essere incorporato in opere di costruzione o in parti di esse e la cui prestazione incide sulla prestazione delle opere di costruzione rispetto ai requisiti di base delle opere stesse.

Se si pensa ad esempio ad un'opera caratterizzata dalla presenza dell'elemento in opera mutatura in blocchi, attraverso i prodotti da costruzione è possibile suddividere l'elemento in opera nei prodotti da costruzione che lo compongono, come i blocchi e la malta.

All'interno dell'intera struttura di scomposizione informativa dell'opera, il prodotto da costruzione, ed in peso minore anche il prodotto impiantistico, ricoprono un ruolo di fondamentale importanza in quanto rappresentano l'entità più elementare in cui può essere scomposto il contenuto informativo dell'intera opera. Spingersi ad un livello di dettaglio ancora maggiore risulterebbe superfluo e rischierebbe di essere antieconomico e controproducente.

Generalmente i contenuti informativi relativi ai prodotti da costruzione, quindi non ancora messi in opera, sono quelli caratterizzati da un grado di certezza maggiore in quanto sono, nella maggior parte dei casi, il risultato di un processo industrializzato con poca incidenza della manodopera, a differenza di quanto accade per gli elementi in opera e per i sistemi assemblati dove la manodopera ha una maggior rilevanza. Oltre al grado di certezza elevato, essi sono caratterizzati anche da un elevato quantitativo di contenuti informativi. Ciò è dovuto fondamentalmente alla necessità di fornire dati ed informazioni per l'ottenimento delle marcature richieste dalla normativa di prodotto e da ragioni di mercato, limitate solamente alla volontà dei produttori di proteggere il know-how aziendale consolidato dalla concorrenza.

6.3.6 Sistema tecnologico impianti

Categoria in cui sono raggruppati i contenuti informativi relativi al sistema tecnologico degli impianti, inteso come l'insieme strutturato di unità impiantistiche e/o elementi impiantistici definiti nei loro requisiti impiantistici e nelle loro specificazioni di prestazione impiantistica.

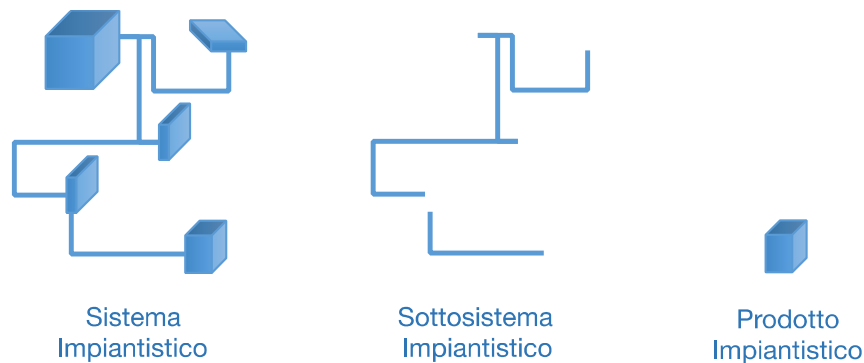


Figura 47 - Livelli del sistema tecnologico impianti (rielaborazione dell'autore)

Come gli altri sistemi in cui è scomposta l'opera, ad eccezione del sistema processuale, i livelli in cui è scomposto il sistema tecnologico costruzioni sono gerarchici, articolati secondo una logica tecnologica. Il sistema impiantistico è dato dall'insieme strutturato di più sottosistemi impiantistici, i quali sono dati a loro volta dall'insieme strutturato di prodotti impiantistici.

Come precedentemente detto, anche il sistema tecnologico impianti, insieme a quello costruzioni, risulta essere il più analizzato dalla letteratura e dalla legislazione sia a livello nazionale che a livello internazionale.

Volendo mettere in correlazione la struttura presente nella norma UNI 8290-1:1981 – Classificazione del sistema tecnologico, con la struttura per la scomposizione informativa dell'opera contenuta nella proposta di norma UNI 11337-1:2016 oggetto della presente tesi, come precedentemente fatto per il sistema tecnologico impianti, si può notare uno scostamento. Il livello più dettagliato della UNI 8290-1:1981, ovvero quello relativo alle Classi di elementi tecnici, non corrisponde più al livello meno dettagliato della struttura di scomposizione proposta ma a quello intermedio, ovvero quello relativo ai Sottosistemi impiantistici. In sostanza si ha uno sfalsamento rispetto a prima, con le Unità tecnologiche della norma UNI 8290-1:1981 che corrispondono concettualmente ai Sistemi impiantistici della norma UNI 11337-1:2016, le Classi

di elementi tecnici che corrispondono concettualmente ai Sottosistemi impiantistici ed i Prodotti impiantistici della norma UNI 11337-1:2016 che costituiscono un livello ulteriore di scomposizione informativa.

Durante le varie riunioni del gruppo di lavoro UNI/CT 033/GL 05 “Codificazione dei prodotti e dei processi costruttivi in edilizia” è emersa da parte di esperti rappresentati il settore degli impianti la necessità di inserire un ulteriore livello intermedio tra quello dei Sottosistemi impiantistici e quello dei Prodotti impiantistici relativo ai Componenti impiantistici. Tale osservazione potrebbe essere un’indicazione per il futuro sviluppo del sistema di scomposizione proposto.

6.3.6.1 *Sistema impiantistico*

Categoria in cui sono presenti i contenuti informativi relativi al sistema impiantistico, inteso come la composizione più o meno articolata di sottosistemi impiantistici combinati tra loro in ragione della comune rispondenza ad una funzione aggregatrice.

Esso può anche essere inteso come il risultato di uno o più lavori tra loro correlati volti ad ottenere un sistema complesso di carattere impiantistico. Se si pensa ad esempio al sistema impiantistico impianto di riscaldamento, esso è il risultato di tutte le lavorazioni di installazione dei sottosistemi impiantistici che lo compongono, come il sottosistema di generazione del calore, quello di distribuzione e quello di erogazione.

Nel confronto con la norma UNI 8290-1:1981 – Classificazione del sistema tecnologico, il livello Sistema impiantistico corrisponde sostanzialmente al livello Unità tecnologica.

6.3.6.2 *Sottosistema impiantistico*

Categoria in cui sono presenti i contenuti informativi relativi al sottosistema impiantistico, inteso come un prodotto impiantistico installato in opera che

assolve una propria funzione caratterizzante e costituisce parte di un sistema impiantistico assolvendone, o contribuendo ad assolverne, una o più funzioni.

Se si pensa ad esempio al sistema impiantistico impianto di riscaldamento, tutti i sottosistemi che lo compongono, come quello di generazione, di distribuzione e di erogazione del calore, sono da considerarsi sottosistemi impiantistici, i quali saranno a loro volta il risultato di tutte le lavorazioni di assemblaggio ed installazione dei vari prodotti impiantistici che li compongono.

6.3.6.3 Prodotto impiantistico

Categoria in cui sono presenti i contenuti informativi relativi al prodotto impiantistico, inteso come un qualsiasi prodotto non ancora installato o messo in opera, fabbricato ed immesso sul mercato per essere incorporato in uno dei vari sistemi impiantistici presenti nelle opere di costruzione, o in parti di esse, e la cui prestazione incide sulla prestazione del sistema impiantistico relativamente ai requisiti di base del sistema impiantistico stesso.

Se si pensa ad esempio ad un'opera caratterizzata dalla presenza di un sottosistema impiantistico di distribuzione del calore, attraverso i prodotti impiantistici è possibile suddividere il sottosistema nei prodotti impiantistici che lo compongono, come i singoli tratti di tubazione e le flange di collegamento.

Il ragionamento precedentemente fatto in relazione al grado di certezza dei contenuti informativi relativi ai prodotti da costruzione vale anche per i prodotti impiantistici, e nella maggior parte dei casi può essere ampliato anche ai sottosistemi impiantistici ed ai sistemi impiantistici in generale. Ciò è sostanzialmente dovuto all'elevato grado di industrializzazione dei prodotti impiantistici ed alla ridotta incidenza della manodopera, che nella maggior parte dei casi è legata alle sole lavorazioni di assemblaggio ed installazione.

7 Termini e definizioni

7.1 Generalità

Essendo la presente tesi finalizzata alla realizzazione ad una proposta di norma, una parte molto importante di analisi è stata quella relativa ai termini ed alle definizioni adottati. La sezione termini e definizioni all'interno delle norme, infatti, non è un semplice glossario riepilogativo, ma ha lo scopo di chiarire e definire in modo univoco tutti i termini che sono presenti nel corpo della norma e che possono essere soggetti a varie interpretazioni. Qualora un termine avesse un significato noto nel senso comune, ma fosse usato all'interno della norma con una accezione leggermente diversa o più settoriale, esso andrebbe riportato nella sezione, così come i termini che hanno differenti significati in funzione del contesto in cui sono inseriti.

Per questo motivo, l'analisi dei termini e delle definizioni da inserire nella proposta di norma è stata un'attività dettagliata e rigorosa, basata sulla ricerca della terminologia più appropriata allo scopo all'interno di norme nazionali dell'*Ente Nazionale di Unificazione* (UNI), di norme europee dell'*European Committee for Standardization* (CEN), di norme internazionali dell'*International Organization for Standardization* (ISO), di norme tecniche straniere, come le norme *British Standards* (BS) e le norme *Publicly Available Specifications* (PAS) britanniche o le norme del *Deutsches Institut für Normung* (DIN) tedesco, di codici di pratica, di manuali e di siti internet specifici di settore.



Figura 48 - Loghi delle principali organizzazioni di normazione tecnica (elaborazione dell'autore)

Il primo passaggio per la creazione di un capitolo terminologico esaustivo è stato la raccolta di tutti i termini e le definizioni delle norme tecniche riguardanti il tema del processo delle costruzioni e della gestione delle informazioni all'interno di una tabella.

A tale scopo sono state analizzate le seguenti norme tecniche:

- UNI 8290-1:1981 Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Classificazione e terminologia.
- UNI 8290-2:1983 Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Analisi dei requisiti.
- UNI 8290-3:1987 Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Analisi degli agenti.
- UNI 10722-1:2007 Edilizia - Qualificazione e verifica del progetto edilizio di nuove costruzioni - Principi, criteri generali e terminologia.
- UNI 10722-2:2007 Edilizia - Qualificazione e verifica del progetto di nuove costruzioni - Definizioni del programma del singolo intervento.
- UNI 10722-3:2009 Edilizia - Qualificazione e verifica del progetto edilizio di nuove costruzioni - Pianificazione del progetto e pianificazione ed esecuzione dei controlli del progetto in un intervento edilizio.

- UNI 10723:1998 Processo edilizio - Classificazione e definizione delle fasi processuali degli interventi edilizi di nuova costruzione.
- UNI 10831-1:1999 Manutenzione dei patrimoni immobiliari - Documentazione ed informazioni di base per il servizio di manutenzione da produrre per i progetti dichiarati eseguibili ed eseguiti - Struttura, contenuti e livelli della documentazione.
- UNI 10831-2:2001 Manutenzione dei patrimoni immobiliari - Documentazione ed informazioni di base per il servizio di manutenzione da produrre per i progetti dichiarati eseguibili ed eseguiti - Articolazione dei contenuti della documentazione tecnica e unificazione dei tipi di elaborato.
- UNI 10838:1999 Edilizia - Terminologia riferita all'utenza, alle prestazioni, al processo edilizio e alla qualità edilizia.
- UNI 10874:2000 Manutenzione dei patrimoni immobiliari - Criteri di stesura dei manuali d'uso e di manutenzione.
- UNI 10951:2001 Sistemi informativi per la gestione della manutenzione dei patrimoni immobiliari - Linee guida.
- UNI 11150-1:2005 Edilizia - Qualificazione e controllo del progetto edilizio per gli interventi sul costruito - Parte 1: Criteri generali, terminologia e definizione del documento preliminare alla progettazione.
- UNI 11150-2:2005 Edilizia - Qualificazione e controllo del progetto edilizio per gli interventi sul costruito – Parte 2: Pianificazione della progettazione.
- UNI 11150-3:2005 Edilizia - Qualificazione e controllo del progetto edilizio per gli interventi sul costruito – Parte 3: Attività analitiche ai fini degli interventi sul costruito.

- UNI 11150-4:2005 Edilizia - Qualificazione e controllo del progetto edilizio per gli interventi sul costruito - Parte 4: Sviluppo e controllo della progettazione degli interventi di riqualificazione.
- UNI 11151:2005 Processo edilizio - Definizione delle fasi processuali per gli interventi sul costruito.
- UNI 15331:2011 Criteri di progettazione, gestione e controllo dei servizi di manutenzione degli immobili.
- UNI 10147 Manutenzione - Terminologia.
- UNI 11337-1 Edilizia ed opere di ingegneria civile - Criteri di codificazione di opere e prodotti da costruzione, attività e risorse
- UNI EN ISO 9000 Sistemi per la gestione della qualità.
- ISO 12006-2 Building construction, Organization of information about construction works - Framework for classification of information.
- ISO 16739:2013 Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries.
- ISO 22263 Organization of information about construction works - Framework for management of project information.
- ISO 28481-1 Building Information Modelling, Information delivery manual – Methodology and format.
- ISO 28481-2 Building Information Modelling, Information delivery manual – Interaction framework.
- ISO/TS 12911 Framework for Building Information Modelling (BIM) guidance.
- BS 7000-4:1996 Design management systems. Guide to managing design in construction
- PAS 1192-2 Specification for information management for the capital-delivery phase of construction projects using Building Information Modelling.

- PAS 1192-3 Specification for information management for the operational phase of assets using Building Information Modelling.
- DIN/SPEC 91400:2015 Building Information Modelling (BIM) - Classification according to STL-Bau.

Questa operazione ha permesso di avere una panoramica completa di tutto l'apparato terminologico già esistente, eventualmente da richiamare nella proposta di norma per evitare di aggiungere nuovi termini e definizioni ridondanti, con il rischio di creare confusione.

Standard	Code	Term	Definition [ENG]	Definition [ITA]
BS 7000-4	3.1	CDM Coordinator	Safety oriented role required by statute on construction projects that are notifiable under certain rules issued by the Health and Safety Executive	Ruolo orientato alla sicurezza richiesto da statuto nei progetti edili che sono notificabili sotto certi regolamenti pubblicati dall'Health and Safety Executive
BS 7000-4	3.2	Client employer	Owners or users of the building when complete	Proprietario o utenti dell'edificio una volta completato
BS 7000-4	3.3	Employer's Information Requirements (EIR)	Document setting out the information to be delivered by the supplier as part of the project delivery process to the employer	Documento che esplicita le informazioni che devono essere prodotte dall'esecutore come parte del processo di consegna del progetto al committente
BS 7000-4	3.4	IFC	Neutral and open specification, an object-based file format with a data model developed by building SMART to facilitate interoperability in the architecture, engineering and construction (AEC) industry	Specificazione neutrale ed aperta, formato di file object-based con un modello di dati sviluppato da BuildingSMART per semplificare l'interoperabilità nell'industria dell'architettura, ingegneria e costruzione

BS 7000-4	3.5	IFD	International Framework for Dictionaries, a standard for terminology libraries or ontologies	International Framework for Dictionaries, uno standard per la libreria e l'ontologia terminologica
BS 7000-4	3.6	Master Information Delivery Plan (MIDP)	Primary plan for when project information is to be prepared, by whom and using what protocols and procedures, incorporating all relevant MIDIs	Piano relativo alla produzione delle informazioni di progetto che dovranno essere preparate, indicando gli autori ed i protocolli e le procedure utilizzati, comprendendo tutti i MIDI rilevanti
BS 7000-4	3.7	PDF	File format used to represent documents in a manner independent of application software, hardware, and operating systems	Formato di file utilizzato per rappresentare documenti in una maniera indipendente per le applicazioni software, hardware ed i sistemi operativi
BS 7000-4	3.8	Supply chain Information Execution Plan (SCIEP)	Plan prepared by the suppliers to explain how the information modelling aspects of a project are to be carried out	Piano preparato dall'esecutore per indicare come verranno gestiti gli aspetti relativi alla modellazione informativa all'interno del progetto

Tabella 19 - Porzione di raccolta delle sezioni terminologiche delle norme tecniche analizzate (elaborazione dell'autore)

A seguito della raccolta è stato applicato un filtro per mettere in evidenza eventuali termini presenti in più norme con definizioni differenti col fine di utilizzare, se necessario, quella più adatta allo scopo ed al campo di applicazione della proposta di norma.

Il passaggio successivo è stato quello di raccogliere, a seguito della stesura della proposta di norma oggetto della tesi, tutti i termini che necessitavano una definizione rigorosa in modo da rendere chiaro il testo.

Il passaggio finale è stato quello di valutare se i termini individuati avessero già una rispondenza con i termini utilizzati nelle parti terminologiche delle norme precedentemente indicate e valutare l'adattabilità di tali definizioni con quelle

necessarie ai fini della proposta. Nei casi in cui è stata riscontrata una correlazione le definizioni esistenti e quelle necessarie sono state riportate, senza introdurre quindi una nuova definizione simile ad una già esistente per lo stesso termine, mentre nei casi in cui tale correlazione non è stata riscontrata sono state formulate nuove definizioni.

7.2 Termini e definizioni adottati

I termini e le definizioni adottate nella proposta di norma sono stati suddivisi in funzione del capitolo a cui sono riferiti o nel quale sono stati introdotti con il fine di agevolarne la rintracciabilità.

Ove necessario, al termine sono state aggiunte delle note con esempi o descrizioni aggiuntive, con lo scopo di rendere ancora più chiaro il termine qualora la definizione dovesse presentare punti di ambiguità.

7.2.1 Termini relativi al contenuto informativo

7.2.1.1 *Dato*

Elemento conoscitivo intangibile di tipo alfanumerico, grafico o multimediale interpretabile all'interno di un processo da parte di una risorsa umana o elettronica solamente attraverso regole e sintassi preventivamente condivise.

7.2.1.2 *Informazione*

Dato, o insieme di dati, intangibile corredato dai relativi attributi fondamentali, i quali possono essere a loro volta dei dati, tali da renderlo idoneo per la comunicazione, l'interpretazione e l'utilizzo all'interno di un processo da parte di una risorsa umana o elettronica.

Nota: Gli attributi fondamentali sono quelli necessari a rendere il dato una informazione, ovvero a renderlo interpretabile. Per esempio lunghezza 10 metri è

una informazione in cui 10 è il dato, lunghezza e metri sono gli attributi che lo rendono interpretabile, e quindi una informazione.

7.2.1.3 *Elaborato/Tavola/Documento/modello*

Insieme di informazioni raggruppate in ragione di una determinata esigenza informativa.

7.2.1.4 *Trasmissione verbale*

Trasmissione di contenuti informativi basata su conversazioni di tipo verbale.

7.2.1.5 *Trasmissione scritta*

Trasmissione di contenuti informativi basata su conversazioni o documenti di tipo scritto.

7.2.1.6 *Supporto digitale*

Supporto di tipo elettronico (file) codificato in accordo a predeterminate sintassi all'interno del quale può essere elettronicamente registrato un contenuto informativo.

7.2.1.7 *Supporto cartaceo*

Supporto di tipo fisico (foglio di carta) sul quale può essere fisicamente impresso il contenuto informativo.

7.2.1.8 *Formato proprietario*

Formato di file basato su specifiche sintassi di dominio non pubblico il cui utilizzo è limitato a specifiche condizioni d'uso stabilite dal proprietario del formato.

Nota: Alcuni esempi di formati proprietari di particolare interesse per il campo di applicazione della presente parte della norma sono .dwg, .rvt, .pln, .dgn, .smv, .doc, .xls, ecc.

7.2.1.9 *Formato aperto*

Formato di file basato su specifiche sintassi di dominio pubblico il cui utilizzo è aperto a tutti gli operatori senza specifiche condizioni d'uso.

Nota: Alcuni esempi di formati aperti di particolare interesse per il campo di applicazione della presente parte della norma sono IFC, .pdf, .xml, .csv, .txt, ecc.

7.2.1.10 *Contenuto informativo strutturato*

Contenuto informativo la cui posizione è specifica all'intero di una struttura o uno schema preventivamente definito.

7.2.1.11 *Contenuto informativo non strutturato*

Contenuto informativo la cui posizione non è specifica all'intero di una struttura o uno schema preventivamente definito ma è contenuto in forma libera.

7.2.1.12 *Contenuto informativo rielaborabile elettronicamente (computabile)*

Contenuto informativo che può essere direttamente elaborato da una risorsa elettronica attraverso un algoritmo composto da una serie finita di operazioni.

Nota: La possibilità dei contenuti informativi di essere elettronicamente elaborati è strettamente legata all'evoluzione degli strumenti tecnologici ed informatici disponibili sul mercato ed adottati dagli operatori del processo.

7.2.1.13 *Contenuto informativo non rielaborabile elettronicamente (non computabile)*

Contenuto informativo che non può essere direttamente elaborato da una risorsa elettronica ma è necessario un passaggio intermedio di interpretazione ed implementazione da parte di una risorsa umana.

7.2.1.14 *Contenuto informativo relazionale*

Contenuto informativo che è direttamente collegato ad un altro contenuto informativo, in modo tale che l'eventuale modifica di un contenuto informativo venga recepita in modo automatico da tutti i contenuti informativi messi in relazione con esso.

7.2.1.15 *Contenuto informativo non relazionale*

Contenuto informativo che non è direttamente collegato ad un altro contenuto informativo, in modo tale che l'eventuale modifica di un contenuto informativo non venga recepita in modo automatico da tutti i contenuti informativi messi in relazione con esso ma debba essere eseguita manualmente.

7.2.1.16 *Entità*

Oggetto, soggetto o azione di interesse del processo delle costruzioni.

7.2.1.17 *Stato di sviluppo del contenuto informativo*

Maturità di un contenuto informativo in funzione dei possibili usi e degli utilizzatori al quale il contenuto informativo stesso è reso disponibile.

7.2.1.18 *Stato di approvazione del contenuto informativo*

Maturità di un contenuto informativo in funzione dello step dell'iter di approvazione al quale il contenuto informativo stesso si trova e del suo risultato.

7.2.2 Termini relativi alla scomposizione informativa dell'opera

7.2.2.1 Lavoro⁴⁴

Attività avente per oggetto l'organizzazione-aggregazione di risorse ai fini della costruzione, demolizione, recupero, ristrutturazione, restauro, e manutenzione di un'opera nel suo insieme o di sue parti.

7.2.2.2 Fornitura⁴⁵

Attività rivolta all'acquisto, alla locazione finanziaria, alla locazione o all'acquisto a riscatto di prodotti.

7.2.2.3 Servizio⁴⁶

Attività predeterminata intrapresa affinché una o più persone possano soddisfare specifiche esigenze secondo le loro aspettative.

7.2.3 Termini relativi alla struttura del processo informativo delle costruzioni

7.2.3.1 Gestione corrente⁴⁷

Attività che devono essere svolte per mantenere l'organismo edilizio in condizioni ottimali di fruibilità, a prescindere dal decadimento delle sue prestazioni, sulla base delle istruzioni operative del programma di manutenzione relative alla controllabilità e alla attitudine ad essere pulite delle sue parti.

⁴⁴ UNI 11337-1:2009 – Criteri di codificazione di opere e prodotti da costruzione, attività e risorse – Identificazione, descrizione e interoperabilità

⁴⁵ UNI 11337-1:2009 – Criteri di codificazione di opere e prodotti da costruzione, attività e risorse – Identificazione, descrizione e interoperabilità

⁴⁶ UNI 11337-1:2009 – Criteri di codificazione di opere e prodotti da costruzione, attività e risorse – Identificazione, descrizione e interoperabilità

⁴⁷ UNI 10723:1998 – Processo edilizio – Classificazione e definizione delle fasi processuali degli interventi edilizi di nuova costruzione

7.2.3.2 *Esercizio degli impianti*⁴⁸

Attività che devono essere svolte per il corretto funzionamento degli impianti tecnici dell'organismo edilizio sulla base della programma di manutenzione.

7.2.3.3 *Manutenzione*⁴⁹

Insieme delle attività di riparazione e/o di sostituzione delle parti dell'organismo edilizio per assicurarne nel tempo il corretto funzionamento, in base alla programmazione gestionale.

7.2.4 *Termini relativi al modello informativo*

7.2.4.1 *Ambiente Condiviso di Raccolta Dati*

Piattaforma virtuale regolamentata di gestione dei contenuti informativi.

7.2.4.2 *Data Room*

Luogo virtuale e fisico di conservazione dei contenuti informativi, che comprende anche eventuali copie cartacee.

7.2.4.3 *Modello Informativo*

Contenitore unico di tutti i contenuti informativi geometrici, non-geometrici e documentali relativi all'opera e le relazioni tra essi.

7.2.4.4 *Modello Grafico Relazionale*

Visualizzatore e gestore di contenuti informativi relazionali, il cui valore è legato ad altri contenuti informativi, di tipo geometrico e di parte dei contenuti informativi di tipo non-geometrico di natura rielaborabile elettronicamente che risultano essere efficacemente comunicabili in forma grafica.

⁴⁸ UNI 10723:1998 – Processo edilizio – Classificazione e definizione delle fasi processuali degli interventi edilizi di nuova costruzione

⁴⁹ UNI 10723:1998 – Processo edilizio – Classificazione e definizione delle fasi processuali degli interventi edilizi di nuova costruzione

Nota: A titolo esemplificativo, il materiale è un contenuto informativo non-geometrico che è efficacemente comunicabile in forma grafica attraverso campiture, per cui può essere inserito nel modello grafico relazionale.

7.2.4.5 *Modello Documentale Relazionale*

Visualizzatore e gestore di contenuti informativi relazionali, il cui valore è legato ad altri contenuti informativi, di tipo non-geometrico e di parte dei contenuti informativi di tipo geometrico di natura rielaborabile elettronicamente che risultano essere efficacemente comunicabili in forma alfanumerica.

7.2.4.6 *Elaborato Grafico Editabile*

Visualizzatore e gestore di contenuti informativi di tipo geometrico e di parte dei contenuti informativi di tipo non-geometrico di natura non rielaborabile elettronicamente efficacemente comunicabili in forma grafica.

7.2.4.7 *Elaborato Documentale Editabile*

Visualizzatore e gestore di contenuti informativi di tipo non-geometrico e di parte dei contenuti informativi di tipo geometrico di natura non rielaborabile elettronicamente efficacemente comunicabili in forma alfanumerica.

7.2.4.8 *Elaborato Grafico Non Editabile*

Visualizzatore di contenuti informativi di tipo geometrico e di parte dei contenuti informativi di tipo non-geometrico di natura non rielaborabile elettronicamente efficacemente comunicabili in forma grafica.

7.2.4.9 *Elaborato Documentale Non Editabile*

Visualizzatore di contenuti informativi di tipo non-geometrico e di parte dei contenuti informativi di tipo geometrico di natura non rielaborabile elettronicamente efficacemente comunicabili in forma alfanumerica.

7.2.4.10 *Elaborato Grafico Non Editabile (Cartaceo)*

Insieme di contenuti informativi di tipo geometrico e di parte dei contenuti informativi di tipo non-geometrico di natura non rielaborabile elettronicamente, raggruppati in ragione di una determinata esigenza informativa, efficacemente comunicabili in forma grafica, veicolati su supporto di tipo cartaceo.

7.2.4.11 *Elaborato Documentale Non Editabile (Cartaceo)*

Insieme di contenuti informativi di tipo non-geometrico e di parte dei contenuti informativi di tipo geometrico di natura non rielaborabile elettronicamente, raggruppati in ragione di una determinata esigenza informativa, efficacemente comunicabili in forma alfanumerica, veicolati su supporto di tipo cartaceo.

7.2.4.12 *Scheda informativa*

Scheda elettronica che permette di inserire contenuti informativi di natura non rielaborabile elettronicamente, di tipo geometrico o non-geometrico, in natura rielaborabile elettronicamente, con il contenuto informativo originario e le regole di computo in allegato.

Conclusioni

Attraverso lo sviluppo della proposta di norma UNI 11337-1:2016 è stato possibile analizzare a fondo i vari aspetti generali legati all'adozione di una gestione digitale del processo informativo delle costruzioni.

All'interno della proposta di norma sono stati forniti pochi concetti, ma definiti in modo chiaro e preciso. Tra i concetti cardine vi sono la centralità del contenuto informativo, inteso non solo come parte geometrica ma anche come parte non geometrica, l'adozione di contenuti informativi strutturati, rielaborabili elettronicamente e relazionali e l'unicità nel dato presente nel modello informativo dell'opera. Attraverso l'adozione di questi tre concetti cardine sarebbe possibile sfruttare a pieno le potenzialità della gestione digitale del processo delle costruzioni. In particolare, l'attenzione rivolta durante la definizione degli aspetti generali del contenuto informativo ha lo scopo di colmare il gap attualmente esistente tra la parte di modellazione grafica e quella di modellazione documentale, vero punto di forza della gestione digitale del processo informativo delle costruzioni attualmente ancora poco sviluppato.

Le difficoltà che sono state riscontrate nello sviluppo della proposta di norma sono sostanzialmente dovute all'anomalia del processo di redazione della norma stessa. Le norme tecniche UNI nascono solitamente per consolidare all'interno di una linea guida unica prassi differenti tra loro riferite allo stesso tema e comunemente adottate dai vari attori del settore. La norma UNI 11337:2016 è nata invece con uno scopo completamente diverso, che è quello di fare da apripista alla diffusione della gestione digitale del processo informativo delle costruzioni. Per lo sviluppo della proposta di norma oggetto della presente tesi non ci si è potuti basare sulle prassi comunemente adottate dai vari attori del settore, ma si è dovuta svolgere

una analisi delle linee guida sull'argomento a livello internazionale adattandole al contesto nazionale ed il risultato ottenuto è il frutto del confronto con esperti del settore delle costruzioni e della pubblica amministrazione.

Le maggiori criticità emerse, anche attraverso la partecipazione al tavolo di lavoro UNI/CT 033/GL 05 "Codificazione dei prodotti e dei processi costruttivi in edilizia", sono principalmente legate alla necessità di un cambiamento radicale del modo di lavorare, oltre che a livello pratico anche a livello concettuale, alla mancanza di strumenti digitali per la gestione della parte documentale in modo strutturato, rielaborabile elettronicamente e relazionale ed alla necessità di dover svolgere, nel periodo di transitorio, un doppio lavoro, per rispondere sia alla normativa vigente relativa gestione tradizionale del processo, sia ai vincoli contrattuali relativi alla gestione digitale.

Ai fini di una efficace adozione e diffusione della metodologia di gestione digitale del processo delle costruzioni anche a livello nazionale sarebbe auspicabile che il DDL n. 1678, attualmente in fase di stesura, relativo al recepimento delle direttive europee 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE del 26 febbraio 2014 emanate dal Parlamento Europeo e del Consiglio tenga conto degli aspetti generali introdotti nella proposta di norma oggetto della presente tesi e delle sue successive modifiche.

Bibliografia

- D. Lgs. 12 APRILE 2006 N. 163 - Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE
- D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207 - Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163
- UNI 10147 - Manutenzione – Terminologia
- UNI 10723 - Processo edilizio – Classificazione e definizione delle fasi processuali degli interventi edilizi di nuova costruzione
- UNI 11337-1 - Edilizia ed opere di ingegneria civile – Criteri di codificazione di opere e prodotti da costruzione, attività e risorse
- UNI EN ISO 9000 - Sistemi per la gestione della qualità
- ISO 12006-2 - Building construction, Organization of information about construction works – Framework for classification of information
- ISO 22263 - Organization of information about construction works – Framework for management of project information
- ISO 28481-1 - Building Information Modelling, Information delivery manual – Methodology and format
- ISO 28481-2 - Building Information Modelling, Information delivery manual – Interaction framework
- ISO/TS 12911 - Framework for Building Information Modelling (BIM) guidance
- ISO 16739:2013 - Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries

- PAS 1192-2 - Specification for information management for the capital-delivery phase of construction projects using Building Information Modelling
- PAS 1192-3:2014 - Specification for information management for the operational phase of assets using Building Information Modelling
- UNI 10723:1998 - Processo edilizio - Classificazione e definizione delle fasi processuali degli interventi edilizi di nuova costruzione.
- UNI 10838:1999 - Edilizia - Terminologia riferita all'utenza, alle prestazioni, al processo edilizio e alla qualità edilizia.
- UNI 11151:2005 - Processo edilizio - Definizione delle fasi processuali per gli interventi sul costruito
- UNI 10722-1:2007 - Edilizia - Qualificazione e verifica del progetto edilizio di nuove costruzioni - Principi, criteri generali e terminologia.
- UNI 10722-2:2007 - Edilizia - Qualificazione e verifica del progetto di nuove costruzioni - Definizioni del programma del singolo intervento.
- UNI 10722-3:2009 - Edilizia - Qualificazione e verifica del progetto edilizio di nuove costruzioni - Pianificazione del progetto e pianificazione ed esecuzione dei controlli del progetto in un intervento edilizio.
- UNI 11150-1:2005 - Edilizia - Qualificazione e controllo del progetto edilizio per gli interventi sul costruito - Parte 1: Criteri generali, terminologia e definizione del documento preliminare alla progettazione
- UNI 11150-2:2005 - Edilizia - Qualificazione e controllo del progetto edilizio per gli interventi sul costruito - Parte 2: Pianificazione della progettazione
- UNI 11150-3:2005 - Edilizia - Qualificazione e controllo del progetto edilizio per gli interventi sul costruito - Parte 3: Attività analitiche ai fini degli interventi sul costruito

- UNI 11150-4:2005 - Edilizia - Qualificazione e controllo del progetto edilizio per gli interventi sul costruito - Parte 4: Sviluppo e controllo della progettazione degli interventi di riqualificazione
- UNI 10831-1:1999 - Manutenzione dei patrimoni immobiliari - Documentazione ed informazioni di base per il servizio di manutenzione da produrre per i progetti dichiarati eseguibili ed eseguiti - Struttura, contenuti e livelli della documentazione
- UNI 10831-2:2001 - Manutenzione dei patrimoni immobiliari - Documentazione ed informazioni di base per il servizio di manutenzione da produrre per i progetti dichiarati eseguibili ed eseguiti - Articolazione dei contenuti della documentazione tecnica e unificazione dei tipi di elaborato
- UNI 10874:2000 - Manutenzione dei patrimoni immobiliari - Criteri di stesura dei manuali d'uso e di manutenzione.
- UNI 10951:2001 - Sistemi informativi per la gestione della manutenzione dei patrimoni immobiliari - Linee guida
- UNI 15331:2011 - Criteri di progettazione, gestione e controllo dei servizi di manutenzione degli immobili
- UNI 8290-1:1981 - Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Classificazione e terminologia.
- UNI 8290-2:1983 - Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Analisi dei requisiti.
- UNI 8290-3:1987 - Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Analisi degli agenti.
- J. Plume, J. Mitchell - Collaborative design using a shared IFC building model - Automation in Construction 16, 2007
- R. Vanlande, C. Nicolle, C. Cruz - IFC and building lifecycle management - Automation in Construction 18, 2008

- B. Succar - Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders - Automation in Construction 18, 2009
- A. Porwal, K. N. Hewage - Building Information Modeling (BIM) partnering framework for public construction projects - Automation in Construction 31, 2013
- R. Miettinen, S. Paavola - Beyond the BIM utopia: Approaches to the development and implementation of building information modeling - Automation in Construction 43, 2014
- S. Garagnani – Modelli digitali e archivi di progetto, sistemi integrati di documentazine per l'architettura – ALMA Master Studiorum, 2010
- A report for the Government Construction Client Group - Building Information Modelling (BIM) Working Party Strategy Paper, 2011
- HM Government - Building Information Modelling, Industrial strategy: government and industry in partnership - 2012
- Royal Institute of British Architects, BIM Overlay to the RIBA Outline Plan of Work, May 2012
- Singapore Building and Construction Authority, Singapore BIM Guide, ver. 2
- NYC Department of Design and Construction, BIM Guideline
- Georgia State Financing and Investment Commission, BIM Guide, Series 01: Model Analysis and Validation, March 2013
- Level of Development Specification 2014 - www.bimforum.org, 2014
- American Institute of Architects - Exhibit E202 Document
- The IFC/COBie Report 2012 - NBS
- National BIM Report 2013 - NBS
- T. Liebich - IFC4, the new buildingSMART Standard - buildingSMART
- T. Henttinen - BIM in Finland - buildingSmart

- A.L.C. Ciribini - Il BIM e l'Europa Comunitaria - Ingenio, 27/05/2014
- A.L.C. Ciribini - A che cosa serve la Digitalizzazione del Settore delle Costruzioni - Ingenio, 29/07/2014
- A.L.C. Ciribini - La Committenza e il BIM: la normativa BS PAS 1192-2:2013 nei mercati internazionali - Ingenio, 16/06/2014
- A. Pavan - Come il BIM sta rivoluzionando il sistema delle costruzioni - Ingenio, 28/01/2015
- A. Pavan - BIM & Construction Information Management. Il progetto INNOVance - Ingenio, 24/09/2014
- A. Pavan, F. Re Cecconi, S. Maltese, V. Caffi - L'approccio INNOVance alla definizione di oggetti BIM per l'industria edilizia italiana - Ingenio, 02/12/2013
- A. Pavan, F. Re Cecconi, S. Maltese, E. Oliveri, G. Aracri, M.T. Guaglianone - La scheda interattiva di INNOVance per prodotti in laterizio - Ingenio, 20/01/2014
- L'Europa chiede agli stati membri l'adozione del BIM per gli appalti pubblici – www.impresedilnews.it, 04/05/2014