

ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

SCUOLA DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

DIPARTIMENTO DI ARCHITETTURA - DA

*CORSO DI LAUREA MAGISTRALE A CICLO UNICO
IN INGEGNERIA EDILE – ARCHITETTURA*

TESI DI LAUREA

In Modellazione BIM M - 73940

**Processi digitali per la gestione del patrimonio edilizio
esistente: il complesso demaniale in piazza VIII agosto a
Bologna, sede del Provveditorato Interregionale per le
Opere Pubbliche Lombardia – Emilia-Romagna.**

CANDIDATO:
Andrea Bonetti

RELATORE:
Chiar.mo Prof. Simone Garagnani

CORRELATRICE:
Ing. Cinzia Gatto

Anno Accademico 2017/2018

Sessione III

Sommario

1. Introduzione.....	3
2. La digitalizzazione delle costruzioni: uno stato dell'arte.....	17
2.1 La digitalizzazione: metodi, processi e strumenti.....	17
2.2. Produttività nell'industria delle costruzioni (da industria 4.0 alla transizione digitale)	22
2.3. Trasformazione delle metodologie di lavoro.....	25
2.4. Il BIM come processo di digitalizzazione: una breve introduzione	29
2.5. Quadri normativi di riferimento	31
2.6. Maturità del processo BIM	34
2.7. Sistemi di classificazione	41
2.8. Il BIM e il concetto di lifecycle: dal progetto al cantiere	46
2.9 L'informazione nel modello digitale: i LOD	50
2.10. Strumenti software attuali nella modellazione informativa.....	55
3. La digitalizzazione degli edifici esistenti.....	60
3.1. Le fasi del processo di conoscenza dell'opera: il rilievo informativo.....	60
3.2. La raccolta dati: breve sintesi dei metodi in uso	66
3.3. Elaborazione dei dati.....	68
3.4. La modellazione geometrica	110
3.5. L'integrazione dei dati nei modelli digitali	113
3.6. Vantaggi operativi del modello integrato: Clash Detection e Model Checking negli interventi sul costruito.....	114
3.7. Estrazione semi-automatizzata degli elaborati grafici	118
3.8. Gestione dei tempi e dei costi	120
3.9. Il modello nella fase di cantiere	122
3.10 Gestione post intervento: Facility Management e Real Estate	126
4. Modalità di intervento nel processo digitale	130
4.1. La condivisione e il teamworking nel processo edilizio digitalizzato	130
4.2. Vantaggi e criticità dell'approccio digitalizzato sull'esistente	133
4.3. Il concetto di interoperabilità per i contenuti dei modelli	135
4.4. Il formato aperto IFC	137
4.5. ACDat: dalla raccomandazione normativa alla gestione effettiva dei dati condivisi	139
5. Verso un sistema ottimizzato di digitalizzazione dell'esistente	146
5.1. Effettiva maturità del processo: dal rilievo al modello integrato.....	146

5.2. Le risorse necessarie: tempi e sforzi per la generazione dei modelli informativi	148
5.3. I limiti della modellazione e le aspettative verso gli strumenti informatici	150
6. Il caso del complesso edilizio in Piazza VIII Agosto	153
6.1. Il contesto di intervento	153
6.2. Le fonti informative esistenti.....	164
6.3. Le caratteristiche peculiari dell'edificio	187
6.4. Le modalità di raccolta e digitalizzazione dei dati.....	189
6.5. La validazione del metodo: il livello di dettaglio raggiunto e quello potenzialmente raggiungibile	311
7. Conclusioni e prospettive future	349
8. Bibliografia e sitografia	357
9. Ringraziamenti.....	361

1. Introduzione

Le riflessioni scaturite in seguito a:

- la mia esperienza di tirocinio (avvenuta, a seguito dell'attivazione nel 2017 della convenzione con l'Università di Bologna, tra settembre ed ottobre dello stesso anno) presso la sede di Bologna del "Provveditorato Interregionale per le Opere Pubbliche per la Lombardia e l'Emilia-Romagna",
- lo studio dell'attuale situazione dell'Edilizia italiana, relativamente al patrimonio esistente,
- l'analisi delle trasformazioni in corso nei processi produttivi dell'industria delle costruzioni,

mi hanno portato alla scelta di questa tesi di laurea.

In particolare, l'esperienza di tirocinio curricolare mi ha permesso di approfondire:

- i processi di gestione informativa BIM, in termini di quanto oggi previsto a livello di normative di riferimento Nazionali (UNI 11337, DLgs. 50/2016 e successivi aggiornamenti), Europee (2014/24/CE), Britanniche (BS 1192, PAS 1192-2) ed Internazionali (ISO 19650);
- l'apprendimento di uno strumento software di modellazione informativa BIM authoring (nel caso specifico, Nemetschek ALLPLAN ENGINEERING versioni 2017, 2018 e 2019) idoneo, ad esempio, per affrontare progetti di ricostruzione digitale di complessi edilizi esistenti;
- i metodi della gestione dell'informazione, dell'interoperabilità dei modelli digitali e della loro trasmissibilità attraverso l'ACDat (UNI 11337:2017), il CDE (PAS 1192), le piattaforme interoperabili, il formato IFC (ISO 16739), l'IFD (ISO 12006-3), l'IDM (ISO 29481) e la "Gestione della sicurezza delle informazioni" (ISO/IEC 27001);
- l'applicazione di diverse tecniche di rilievo tradizionali;
- la raccolta e la gestione (catalogazione, gerarchizzazione e corrispondenza allo stato di fatto) di fonti informative originali (materiali

cartacei, file in formato digitale CAD .dwg, documenti digitali .pdf, .PDF/A per l'archiviazione di lungo periodo, immagini in formato .jpg, .png).

Per quanto riguarda lo stato di fatto del Patrimonio Edilizio Italiano, si riporta di seguito la situazione che emerge dalle analisi effettuate da: Ufficio Statistiche dell'Agenzia delle Entrate, ISTAT e dall'ufficio Studi di Immobiliare.it.

Secondo il Rapporto¹ sulle Statistiche Catastali pubblicato il 13/07/2018, realizzato dall'Ufficio Statistiche e Studi della Direzione centrale Servizi estimativi e osservatorio del mercato immobiliare con la collaborazione e condivisione della Direzione centrale Servizi catastali, cartografici e di pubblicità immobiliare, considerando i dati raccolti sul territorio nazionale fino al 31/12/2017 il Patrimonio immobiliare italiano comprende 74.985.142 di beni fra unità immobiliari urbane ed altre tipologie immobiliari che non producono reddito.

Più in dettaglio, con riferimento alle principali categorie catastali (relativamente allo stesso periodo di studio), il numero di beni è pari a:

- 35.658.797 per il gruppo A (Immobili a destinazione ordinaria);
- 204.453 per il gruppo B (Immobili a destinazione ordinaria, non aventi scopo di lucro ai sensi dell'art. 10 della Legge n. 1249 dell'11/08/1939);
- 27.308.102 di beni per il gruppo C (Immobili a destinazione ordinaria, ad uso terziario e commerciale);
- 1.601.230 per il gruppo D (Immobili a destinazione speciale, speciali produttivi o terziari);
- 173.924 per il gruppo E (Immobili a destinazione particolare, ad uso pubblico);
- 3.419.711 per il gruppo F (Entità urbane, "categorie fittizie di immobili che non producono reddito");
- 6.523.950 per il gruppo "Beni comuni non censibili, cioè di proprietà comune e che non producono reddito";

¹ https://wwwt.agenziaentrate.gov.it/mt/osservatorio/Tabelle%20statistiche/Statistiche_Catastali_2017_13072018.pdf

- 94.975 per il gruppo “Altro” (unità immobiliari in lavorazione e che quindi non trovano, al momento della rilevazione, collocazione precisa nelle altre tipologie catastali).

Dello stock immobiliare censito negli archivi catastali italiani circa 65 milioni di beni ricadono nelle categorie ordinarie e speciali.

“La maggior parte delle unità immobiliari censite è nel gruppo A (circa il 55%) e nel gruppo C (oltre il 40%), dove sono compresi, oltre ad immobili commerciali (negozi, magazzini e laboratori) anche le pertinenze delle abitazioni, ovvero soffitte, cantine, box e posti auto. La restante parte dello stock, il 3%, è costituita da immobili censiti nei gruppi a destinazione speciale (gruppo D; 2,4% circa), particolare (gruppo E; 0,2% circa) e d’uso collettivo (gruppo B; 0,3% circa).”

“Nel settore che include pubblica amministrazione, sanità e istruzione, si concentrano circa 461 mila immobili.”²

Attualmente, con cadenza biennale, l’Agenzia delle Entrate e il Dipartimento delle Finanze stanno collaborando con Sogei per rendere operativa una nuova piattaforma tecnologica per superare la divisione tra i diversi archivi che operano sugli immobili (Catasto, Pubblicità Immobiliare, Cartografia, Osservatorio del mercato immobiliare) consentendo un accesso più agevole e fluido alle informazioni relative agli edifici del Patrimonio Edilizio Nazionale esistente.

“Ciò potrà avvenire con la realizzazione del Sistema Integrato del Territorio, un sistema informativo territoriale che integra informazioni grafiche (elementi geometrici, posizionali e rappresentazioni del territorio) con informazioni alfanumeriche (attributi censuari) ed è caratterizzato dalla georeferenziazione dei dati, organizzati per opportuni layer informativi.

Affinché tutto ciò funzioni è indispensabile proseguire e concludere il lavoro di rimozione dei disallineamenti e delle incoerenze tra i diversi archivi. Primi fra tutti, occorre completare l’allineamento di tutte le

² https://www.agenziaentrate.gov.it/mt/osservatorio/Tabelle%20statistiche/Statistiche_Catastali_2017_13072018.pdf

particelle del Catasto Urbano con quelle del Catasto Terreni e la verifica che per esse sia riportata nella mappa catastale la corretta rappresentazione grafica. Tale disallineamento nasce dal fatto storico che i due Catasti sono nati a distanza di circa 60 anni l'uno dall'altro.”³

Altri aspetti determinanti per l'inquadramento generale dello stato di fatto del patrimonio edilizio esistente nazionale si rilevano dal 15° Censimento generale della popolazione e delle abitazioni del 9 ottobre 2011⁴, elaborato dall'ISTAT, sono l'epoca di costruzione, lo stato di conservazione e la regione di appartenenza.

Il campione degli edifici e complessi di edifici⁵ rilevati dallo studio ammonta a 14.515.795 unità, mentre l'analisi dei parametri è limitata a 12.187.698 unità, corrispondente al numero dei soli edifici residenziali⁶.

Fin dalle prime fasi di studio e conoscenza di un edificio queste informazioni sono di grande aiuto a chi è chiamato ad intervenire su un'opera esistente, in quanto la loro individuazione permette di identificare:

- le norme e leggi in vigore al momento della progettazione dello stesso;
- le tecnologie costruttive disponibili all'epoca della progettazione e realizzazione dell'organismo edilizio.

³ https://www.agenziaentrate.gov.it/mt/osservatorio/Tabelle%20statistiche/Statistiche_Catastali_2017_13072018.pdf

⁴ <https://www.istat.it/it/files/2015/12/C18.pdf>

⁵ Definizione di COMPLESSO DI EDIFICI nel rapporto dell'Istat. Un insieme di costruzioni, edifici e infrastrutture non residenziali, normalmente ubicati in un'area limitata (spesso chiusa e ben limitata), finalizzati in modo esclusivo (o principale) all'attività di un unico consorzio, ente, impresa o convivenza.

⁶ Definizione di EDIFICIO RESIDENZIALE nel rapporto² dell'Istat. Individua un: - edificio progettato, costruito ed utilizzato solo a fini abitativi: case unifamiliari, ville, villette, case a schiera, palazzine in complessi residenziali, etc.; - edificio progettato, costruito ed utilizzato principalmente a fini abitativi: condomini o palazzine con negozi (o sedi di attività economiche in genere) a piano strada, etc.; - edificio che, pur se progettato e costruito non a fini abitativi, nel corso del tempo ha subito una variazione d'uso diventandolo; - edificio che, progettato e costruito a fini abitativi, nel corso del tempo ha subito una variazione d'uso e attualmente non lo è più, ad esempio un edificio per abitazione diventato sede di uffici di liberi professionisti.

REGIONI	Edifici residenziali	Epoca di costruzione											
		Prima del 1919			Dal 1919 al 1945			Dal 1946 al 1990			Dopo il 1990		
		Valori assoluti	Valori %	% edifici in pessimo stato	Valori assoluti	Valori %	% edifici in pessimo stato	Valori assoluti	Valori %	% edifici in pessimo stato	Valori assoluti	Valori %	% edifici in pessimo stato
Piemonte	944.690	279.503	29,6	3,61	145.012	15,4	2,16	416.997	44,1	0,49	103.178	10,9	0,08
V. d'Aosta/ V. d'Aoste	43.220	8.436	19,5	4,59	3.800	8,8	3,89	23.533	54,4	0,91	7.451	17,2	0,09
Liguria	263.468	83.378	31,6	3,29	38.749	14,7	2,14	120.777	45,8	0,60	20.564	7,8	0,30
Lombardia	1.488.640	216.363	14,5	3,44	141.427	9,5	2,73	882.853	59,3	0,56	247.997	16,7	0,07
Trentino-Alto Adige/Südtirol	210.936	53.815	25,5	2,44	16.739	7,9	1,94	98.098	46,5	0,38	42.284	20,0	0,10
<i>Bolzano/ Bozen</i>	<i>85.644</i>	<i>15.666</i>	<i>18,3</i>	<i>1,48</i>	<i>4.914</i>	<i>5,7</i>	<i>1,55</i>	<i>41.620</i>	<i>48,6</i>	<i>0,23</i>	<i>23.444</i>	<i>27,4</i>	<i>0,05</i>
<i>Trento</i>	<i>125.292</i>	<i>38.149</i>	<i>30,4</i>	<i>2,83</i>	<i>11.825</i>	<i>9,4</i>	<i>2,10</i>	<i>56.478</i>	<i>45,1</i>	<i>0,49</i>	<i>18.840</i>	<i>15,0</i>	<i>0,16</i>
Veneto	1.057.276	123.442	11,7	3,83	83.006	7,9	4,00	672.375	63,6	0,66	178.453	16,9	0,05
Friuli-Venezia Giulia	306.363	48.207	15,7	3,72	28.760	9,4	2,82	185.876	60,7	0,58	43.520	14,2	0,06
Emilia- Romagna	817.809	113.630	13,9	3,83	89.945	11,0	3,19	497.644	60,9	0,63	116.590	14,3	0,06
Toscana	733.499	188.584	25,7	2,24	97.675	13,3	1,60	368.706	50,3	0,54	78.534	10,7	0,13
Umbria	199.939	41.272	20,6	2,30	18.810	9,4	1,97	107.142	53,6	0,41	32.715	16,4	0,08
Marche	311.624	60.567	19,4	3,62	35.222	11,3	3,36	176.459	56,6	0,62	39.376	12,6	0,04
Lazio	801.210	88.390	11,0	2,66	62.727	7,8	2,83	529.507	66,1	1,08	120.586	15,1	0,34
Abruzzo	348.493	57.565	16,5	3,34	46.587	13,4	3,47	200.436	57,5	0,79	43.905	12,6	0,10
Molise	107.314	28.465	26,5	4,75	21.348	19,9	3,55	46.977	43,8	0,85	10.524	9,8	0,16
Campania	892.308	104.523	11,7	5,17	81.478	9,1	4,89	590.795	66,2	1,12	115.512	12,9	0,44
Puglia	947.298	103.583	10,9	4,28	93.953	9,9	3,93	632.990	66,8	1,00	116.772	12,3	0,15
Basilicata	160.035	26.657	16,7	4,72	19.194	12,0	4,21	93.284	58,3	1,52	20.900	13,1	0,14
Calabria	609.847	74.417	12,2	7,91	86.635	14,2	6,76	377.210	61,9	1,85	71.585	11,7	0,43
Sicilia	1.431.419	98.560	6,9	9,60	171.546	12,0	8,00	982.431	68,6	2,03	178.882	12,5	0,26
Sardegna	512.310	33.147	6,5	6,91	44.394	8,7	5,68	327.997	64,0	1,24	106.772	20,8	0,19
Nord-ovest	2.740.018	587.680	21,4	3,51	328.988	12,0	2,42	1.444.160	52,7	0,55	379.190	13,8	0,08
Nord-est	2.392.384	339.094	14,2	3,60	218.450	9,1	3,35	1.453.993	60,8	0,62	380.847	15,9	0,06
Centro	2.046.272	378.813	18,5	2,57	214.434	10,5	2,28	1.181.814	57,8	0,78	271.211	13,3	0,21
Sud	3.065.295	395.210	12,9	5,12	349.195	11,4	4,79	1.941.692	63,3	1,20	379.198	12,4	0,28
Isole	1.943.729	131.707	6,8	8,92	215.940	11,1	7,53	1.310.428	67,4	1,83	285.654	14,7	0,23
ITALIA	12.187.698	1.832.504	15,0	4,14	1.327.007	10,9	4,03	7.332.087	60,2	1,01	1.696.100	13,9	0,17

Figura 1: Età abitazioni per anno di costruzione ISTAT – Censimento 2011

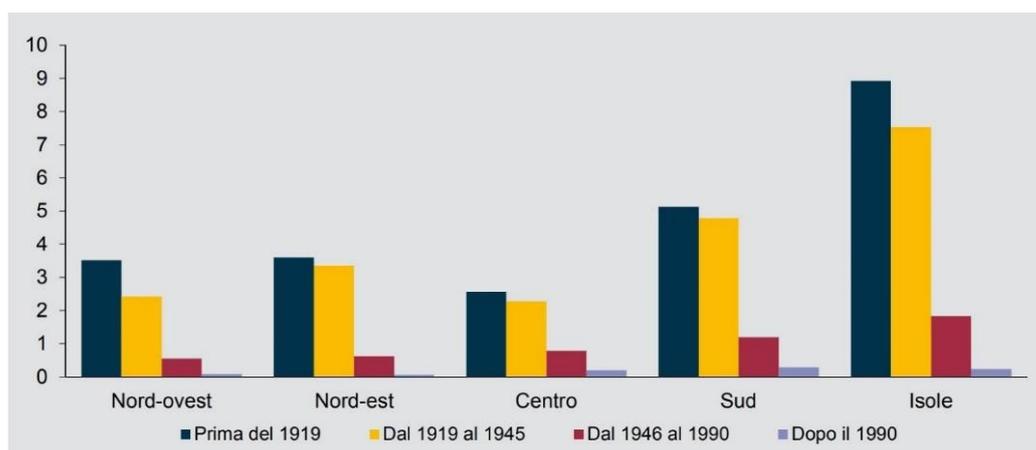


Figura 2: Edifici residenziali in pessimo stato di conservazione per epoca di costruzione e ripartizione geografica - Censimento 2011, per 100 edifici residenziali della stessa epoca di costruzione - Fonte: Istat, 15° Censimento generale della popolazione e delle abitazioni al 9 ottobre 2011 (R)

Dai dati raccolti si osserva che il 15% degli edifici residenziali sul territorio è antecedente al 1919, il 10,9% è stato realizzato fra il 1919 ed il 1946, il 60,2% fra il 1946 ed il 1990 e solo il 13,9% è successivo al 1990.

“Le quote più elevate di edifici più datati appartengono al Nord-ovest (oltre il 21 per cento) e al Centro del Paese (18,5 per cento), mentre il Sud e le Isole presentano, rispetto alle altre aree territoriali, le più alte percentuali di edifici che sono, per qualsiasi periodo di costruzione, in pessimo stato di conservazione.”

Questi dati forniscono la misura della vetustà del patrimonio residenziale italiano, che, essendo stato costruito per la maggior parte prima dell'introduzione della nuova classificazione sismica italiana (studiata dopo gli eventi del terremoto del Friuli-Venezia Giulia del 1976 e di quello dell'Irpinia del 1980) apre delle interrogativi sull'adeguatezza rispetto agli attuali requisiti di progettazione antisismica.

Sulla base di queste conoscenze, sono stati emanati una serie di decreti del Ministero dei lavori pubblici tra il 1980 ed il 1984, e successivi aggiornamenti fino all'entrata in vigore della NTC 2008 (d.m. 14.01.2008) ora sostituita dalla NTC 2018 (d.m. 17.01.2018).

A completamento della fotografia dello stato del patrimonio edilizio nazionale attuale, vengono esaminati i dati relativi all'indagine⁷ dell'Ufficio Studi di Immobiliare.it del novembre 2014 effettuati solo sulle abitazioni italiane (appartenenti alla categoria catastale A), in relazione alla differenza di valore in base al periodo di costruzione.

Contestualmente all'invecchiamento del nostro patrimonio edilizio, aumenta progressivamente il numero di immobili che necessitano di interventi di manutenzione, recupero, restauro, etc.

Come si rileva dalla tabella sotto riportata, *“Effettuare lavori di ristrutturazione permetterebbe di evitare la svalutazione degli immobili: secondo i calcoli*

⁷ <https://www.immobiliare.it/info/ufficio-stampa/2014/l-italia-sta-invecchiando-e-anche-le-sue-case-1203/>

dell'Ufficio Studi, gli immobili ultraquarantenni non ristrutturati hanno un prezzo al metro quadro mediamente inferiore del 25% rispetto ad abitazioni realizzate a partire dal 2000."

Tabella 1: Età delle abitazioni in Italia

Abitazioni in Italia	numero di unità	percentuale sul totale
Precedenti al 1970	11.600.000	36,6%
Tra 1970 e 1977	6.900.000	21,8%
Tra 1978 e 2000	8.700.000	27,4%
Successive al 2000	4.500.000	14,2%

Fonte: Ufficio Studi Immobiliare.it

Di seguito si riporta la classifica con i dati relativi alle abitazioni costruite prima del 1970, in percentuale rispetto al totale regionale, nelle 20 regioni italiane:

REGIONE	Abitazioni costruite prima del 1970 (% sul totale)
Basilicata	39,3%
Abruzzo	38,3%
Sicilia	38,3%
Campania	38,3%
Marche	38,2%
Calabria	38,2%
Molise	37,2%
Umbria	37,1%
Lazio	37,0%
Puglia	37,0%
Toscana	36,2%
Emilia Romagna	34,3%
Piemonte	34,2%
Veneto	34,0%
Liguria	33,1%
Lombardia	33,1%
Sardegna	33,0%
Valle d'Aosta	32,1%
Trentino	31,3%
Friuli Venezia Giulia	31,2%

Fonte: Ufficio Studi Immobiliare.it

Questa è la situazione dei “capoluoghi di regione, con indicazione della differenza di prezzo di vendita degli immobili ultraquarantenni e allora stato originale rispetto ad immobili simili ma costruiti dopo il 2000”:

Regione	Capoluogo	Percentuale di immobili precedenti al 1970	Differenza del prezzo di vendita rispetto ad immobili realizzati a partire dall'anno 2000
Abruzzo	Pescara	40,1%	-24,3%
Basilicata	Potenza	42,0%	-23,0%
Calabria	Catanzaro	40,7%	-23,9%
Campania	Napoli	40,4%	-24,2%
Emilia-Romagna	Bologna	35,1%	-25,3%
Friuli-Venezia Giulia	Trieste	33,5%	-29,6%
Lazio	Roma	38,3%	-24,3%
Liguria	Genova	38,1%	-27,1%
Lombardia	Milano	33,5%	-27,4%
Marche	Ancona	40,6%	-23,9%
Piemonte	Torino	34,5%	-29,5%
Puglia	Bari	39,5%	-23,5%
Sardegna	Cagliari	35,1%	-24,4%
Sicilia	Palermo	41,3%	-23,4%
Toscana	Firenze	39,0%	-23,9%
Umbria	Perugia	39,3%	-24,3%
Veneto	n.d.		
Valle d'Aosta	n.d.		
Trentino Alto-Adige	n.d.		
Molise	n.d.		

Tabella 2: Differenza di prezzo di vendita degli immobili realizzati prima del 1970 e dopo il 2000 nei capoluoghi di Regione - Fonte: Ufficio Studi Immobiliare.it⁸

⁸ <https://www.immobiliare.it/info/ufficio-stampa/2014/l-italia-sta-invecchiando-e-anche-le-sue-case-1203/>

Per quanto riguarda invece l'industria delle costruzioni e la filiera produttiva, uno studio del CIFE (relativo agli Stati Uniti) mostra come la produttività del lavoro tra il 1967 e il 2012 è rispettivamente:

- costantemente cresciuta nel settore manifatturiero,
- incrementata in misura minore nella produzione al di fuori del cantiere
- rimasta sostanzialmente invariata nelle lavorazioni all'interno del cantiere.

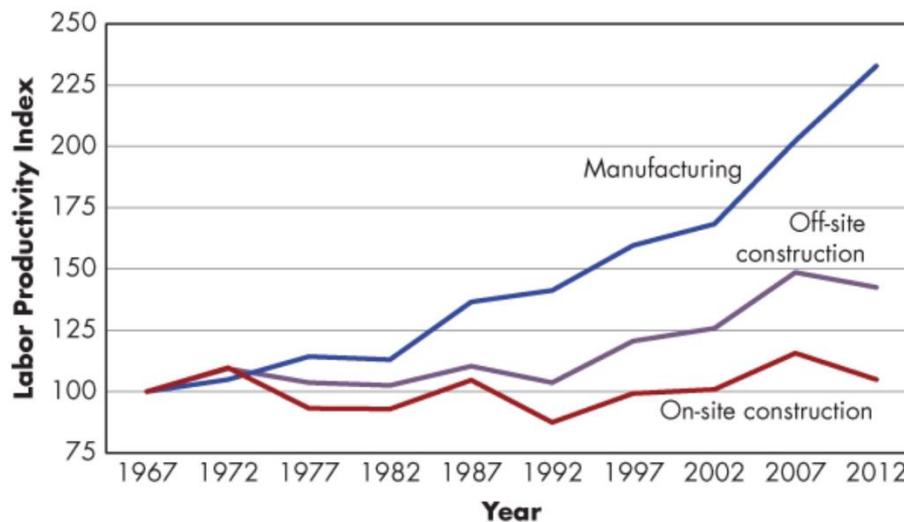


Figura 3: Indici di produttività del lavoro per la produzione, le attività di costruzione off-site e le attività di costruzione in loco, tra il 1967-2012. Studio del 2015 del CIFE (Center for Integrated Facility Engineering) sulla produttività del lavoro nell'industria delle costruzioni degli Stati Uniti.⁹

Nello stesso periodo sono stati riscontrati risultati simili anche in Italia ed altri paesi, come Germania, Regno Unito e Finlandia.

“È chiaro che le efficienze ottenute nel settore manifatturiero attraverso l'automazione, l'uso di sistemi informatici, una migliore gestione della catena di

⁹ Fonte: SACKS, Rafael; EASTMAN, Chuck; LEE, Ghang; TEICHOLZ, Paul. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers. Wiley, 3a edizione (3 luglio 2018)

fornitura e migliori strumenti di collaborazione, non sono ancora state raggiunte nell'Industria delle Costruzioni.”¹⁰

A livello nazionale, tra il 2016 e il 2017, i lavori sull'aggiornamento delle metodologie di lavoro nell'Edilizia verso un nuovo processo produttivo digitalizzato, condiviso, aperto e interoperabile hanno coinvolto una molteplicità di attori.

Dai risultati prodotti dalla Commissione Ministeriale, presieduta dal Provveditore Ing. Pietro Baratonò, è scaturito il testo del “Decreto BIM” (DM 560 del 01/12/2017), attuativo dell'articolo 23, comma 13, del Codice degli Appalti (D.Lgs. 50/2016) e successive modifiche (D.Lgs. 56/2017) firmato dall'ex-Ministro Graziano Del Rio e attualmente in vigore.

Il Decreto BIM disciplina “Le modalità e i tempi di progressiva introduzione, da parte delle stazioni appaltanti, delle amministrazioni concedenti e degli operatori economici, dell'obbligatorietà dei metodi e strumenti elettronici specifici, quali quelli di modellazione per l'edilizia e le infrastrutture, nelle fasi di progettazione, costruzione e gestione delle opere e relative verifiche”.

L'Ente Nazionale italiano di Unificazione (associazione privata senza scopo di lucro), finora, ha pubblicato nel 2015 la parte 3, nel 2017 le parti 1, 4, 5, 6 e nel 2018 la parte 7 sulle 10 previste in totale per la Normativa UNI 11337 “Gestione digitale dei processi informativi delle costruzioni”. La norma disciplina gli standard italiani sul BIM ed è il risultato di un lavoro al quale hanno partecipato numerosi operatori qualificati della filiera, pubblici e privati.

Fatta questa premessa, nel Decreto BIM non è stato stabilito un riferimento cogente alla Normativa UNI 11337, probabilmente in un'ottica di libera concorrenza, è stato invece richiamato solo l'art. 68 del Codice dell'amministrazione digitale (D.Lgs. 82 del 7 marzo 2005).

¹⁰ Fonte: SACKS, Rafael; EASTMAN, Chuck; LEE, Ghang; TEICHOLZ, Paul. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers. Wiley, 3a edizione (3 luglio 2018)

In Italia con il Piano nazionale Impresa 4.0 (già Industria 4.0) e il Piano Edilizia 4.0, negli ultimi anni è in atto (a discapito del gap iniziale rispetto a Nazioni come Inghilterra e America, attive da più anni nelle sperimentazioni legate allo sviluppo di processi e sistemi informatici a supporto della transizione verso la digitalizzazione delle costruzioni) una trasformazione dei processi produttivi tradizionali focalizzata sull'implementazione di *“tre principali linee guida collegate alla quarta rivoluzione industriale”*¹¹

- *operare in una logica di neutralità tecnologica,*
- *intervenire con azioni orizzontali e non verticali o settoriali,*
- *agire su fattori abilitanti”* (ovvero quelle “tecnologie chiave abilitanti”, comunemente identificate dagli anglosassoni con la sigla “KET - key enabling technologies”, delle quali fanno parte la digitalizzazione e la modellazione BIM).

In occasione dell'evento organizzato da Federcostruzioni il 04/07/2018 l'attuale Ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti, Danilo Toninelli, ha inviato un messaggio dove ha confermato l'impegno del MIT verso l'adozione di queste nuove tecnologie abilitanti sulle quali un numero sempre maggiore di operatori dell'Industria delle Costruzioni sta investendo:

“La possibilità di lavorare su un principio di apertura come “Open Bim” rappresenta un vantaggio irrinunciabile. Ora si tratta di spingere sull'acceleratore per rendere il prima possibile operativa una piattaforma digitale di gestione del Bim e degli oggetti Bim. Il mio ministero sosterrà il ruolo dell'Italia nella realizzazione della piattaforma europea, ma è altrettanto fondamentale aiutare le amministrazioni pubbliche, le stazioni appaltanti a progettare in Bim, una sfida tanto difficile quanto irrinunciabile”.¹²

¹¹ <https://www.mise.gov.it/index.php/it/industria40> (Ultimo aggiornamento: 11 gennaio 2019)

¹² <https://www.ingenio-web.it/20555-mit---ministro-toninelli-punteremo-su-open-bim-e-la-creazione-di-una-piattaforma-digitale-per-le-costruzioni>

All'interno della filiera delle Costruzioni è in atto la transizione verso questi nuovi processi e strumenti di digitalizzazione; in Italia sono già stati eseguiti diversi interventi di nuova realizzazione che hanno dimostrato e reso evidenti i vantaggi conseguiti nel corso del processo produttivo edilizio.

Ma nella realtà, come emerge dai dati sopra riportati, il contesto edilizio italiano è costituito per la maggior parte (circa l'86%) da edifici esistenti realizzati da oltre 30 anni. Pertanto, è facile comprendere il motivo per cui l'introduzione delle nuove tecnologie abilitanti (digitalizzazione, modellazione BIM, IoT, etc.) all'interno del processo produttivo edilizio legato alla gestione del patrimonio costruito italiano sta raccogliendo un interesse sempre crescente, avvalorato dal fatto che sono attualmente in corso (ed altre sono state portate a termine) sperimentazioni da parte di privati, imprese, Università ed Enti Pubblici.

La questione che si è aperta, quindi, non è se adottare il processo BIM per affrontare la ricostruzione digitale delle opere esistenti del patrimonio edilizio nazionale in fase di esercizio, ma come impiegarlo per rispondere alle esigenze di manutenzione, gestione e possibili interventi (programmati o che si possono presentare) fino al completamento del loro ciclo di vita.

Infatti, per chiarire meglio le problematiche alle quali si cercherà di rispondere con il progetto sviluppato nella tesi, si riportano le considerazioni (condivise) relative alle peculiarità del settore delle costruzioni svolte da Paul Teicholz, in *Labor-Productivity Declines in the Construction Industry: Causes and Remedies (Another Look)* nel 2013, tradotte in italiano nell'articolo "Produttività nel mondo delle costruzioni, l'analisi del Cresme" dell'8 gennaio 2019:

"A differenza degli altri settori industriali, l'industria delle costruzioni realizza prodotti unici, costruiti da soggetti diversi, in posti diversi, con condizioni climatiche e normative diverse. Potremmo dire che è un'industria di prototipi. Vi sono quindi fattori strutturanti che rendono difficile

il processo di ottimizzazione della conoscenza nel processo produttivo. L'impiego di metodi intensivi di capitale innovativi potrebbe non funzionare su progetti futuri, sottoposti alla estrema variabilità della domanda. Vi è la necessità di approcci flessibili che riducono al minimo il rischio invece che la ricerca della soluzione più efficiente per il caso particolare. Questa caratteristica base comporta anche forti resistenze al cambiamento, perché i benefici del cambiamento non possono essere realizzati nelle fasi prototipali, e richiedono più applicazioni nel tempo per ottenere un ritorno dall'investimento necessario per il cambiamento.

Il settore delle costruzioni fa un cattivo utilizzo dei dati, che sono basati in gran parte su documenti cartacei prodotti da un team progettuale molto frammentato. Il settore delle costruzioni è caratterizzato dall'uso di documenti cartacei prodotti da architetti e designer che lavorano in modo indipendente e non sono in grado di prevedere i molti problemi di un progetto che emergono nella fase della costruzione; questo porta a forti difficoltà nell'attività di coordinamento e gestione del lavoro. Ci sono significativi costi aggiuntivi da affrontare per risolvere i problemi dovuti alle informazioni non congruenti che derivano da piani progettuali indipendenti, e che si traducono in errori, omissioni, lavoro extra, reclami nella fase di cantiere.”¹³

Dunque, l'**obiettivo** di questa **tesi** è l'ottimizzazione dei processi digitali per la gestione del patrimonio edilizio esistente durante la fase di esercizio (gestione e manutenzione) realizzata attraverso la progettazione di un processo chiaro, flessibile, scalabile, replicabile, self-service, per organizzare le informazioni (geometriche e non) degli oggetti BIM all'interno del modello BIM dell'opera in esame e renderle disponibili (attraverso un formato di scambio aperto) agli attori che interverranno nelle fasi successive.

¹³ : <https://italy2invest.it/2019/01/08/produttivita-nel-mondo-delle-costruzioni-lanalisi-del-cresme/>

Per validare il processo proposto viene studiato il complesso Demaniale esistente in Piazza dell'8 Agosto 26 a Bologna.

2. La digitalizzazione delle costruzioni: uno stato dell'arte

2.1 La digitalizzazione: metodi, processi e strumenti

Ad oggi, il processo tradizionale di acquisizione della conoscenza degli stati di fatto dei complessi edilizi esistenti è limitato dalla frammentazione delle informazioni e dalla difficoltà di accedervi a causa dei differenti formati in cui vengono proposte, dei diversi operatori, dell'eterogeneità delle sedi in cui vengono custodite, della mancanza di coordinazione e comunicazione tra di esse.

La digitalizzazione operata attraverso i processi di modellazione BIM permette di inserire all'interno di un unico supporto informatico, il modello digitale dell'opera, tutte le informazioni rilevanti presenti negli elaborati raccolti.

“Possono essere raccolte le informazioni di progetto, eventuali modifiche, della fase di esercizio, dei rilievi, immediatamente riscontrabili ad ogni livello del processo produttivo del progetto, ad ogni livello del processo di gestione in fase di esercizio dell'opera.”¹⁴

Una volta completata la ricostruzione digitale dell'opera, la documentazione informativa (elaborati grafici, abachi / tabelle, file IFC, hyperlink) può essere estratta direttamente dal modello BIM.

L'iniziativa NBIMS classifica “Il modello di Building Information Model (BIM) in 3 modi:

come prodotto;

come abilitato all'IT, basato su uno standard aperto e un processo collaborativo;

come requisito per la gestione del ciclo di vita di un'opera.”¹⁵

¹⁴ Fonte: Seminario GRAPHISOFT Italia

¹⁵ Fonte: SACKS, Rafael; EASTMAN, Chuck; LEE, Ghang; TEICHOLZ, Paul. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers. Wiley, 3a edizione (3 luglio 2018)

Nell'ultimo ventennio, in contemporanea allo sviluppo delle tecnologie legate alla comunicazione e allo scambio informatico dei dati, è emersa in maniera crescente la necessità di disporre di un numero di informazioni sempre maggiore legate ai prodotti della filiera dalle prime fasi del ciclo di vita fino al suo completamento.

Nello stesso periodo di tempo anche il flusso di lavoro del processo produttivo edilizio tradizionale è stato chiamato ad integrare un numero sempre crescente di informazioni all'interno dei diversi progetti. Dal rapporto del "Customer Experience Improvement Program", effettuato tra il 2013 e il 2017 dal produttore di software Graphisoft, emerge che il numero di informazioni degli oggetti BIM all'interno dei progetti BIM è quasi raddoppiato.

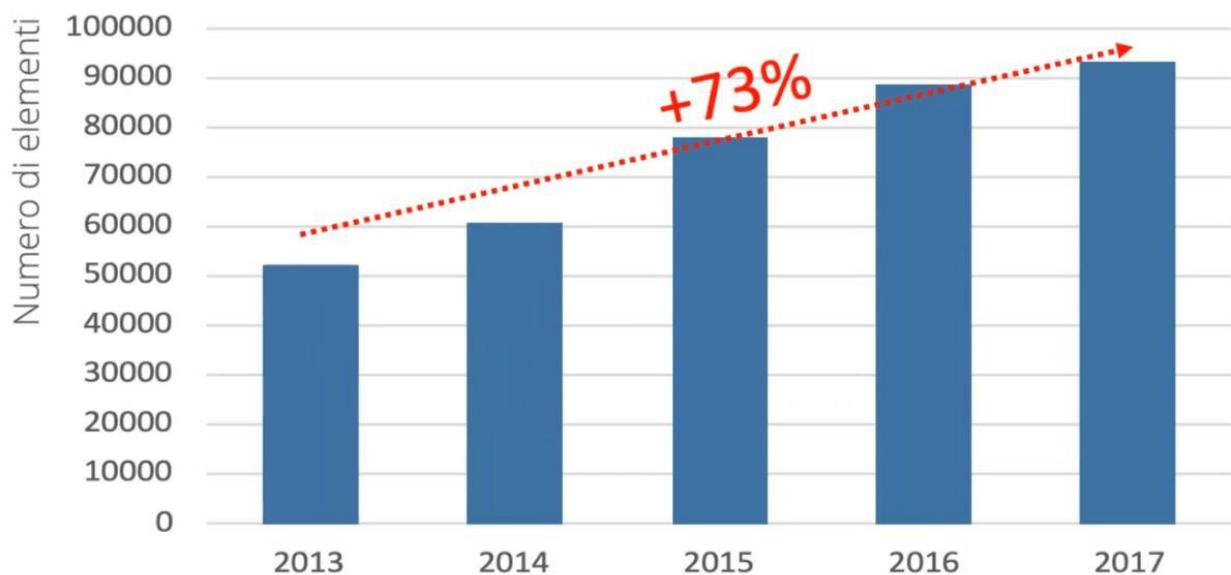


Figura 4: Andamento, tra 2013-2017, del numero di inseriti nei modelli digitali - Customer Experience Improvement Program di Graphisoft Italia

Infatti, nell'edilizia tutte le informazioni relative a un componente edile non sono indifferenti, come lo possono essere nei prodotti che vengono costruiti in serie in milioni di esemplari. Un elemento costruttivo per quanto ripetuto, quando esce dall'officina identico agli altri, una volta posato all'interno dell'organismo edilizio assume una connotazione del tutto personale per le caratteristiche specifiche

riguardanti il modo in cui è stato posato (ad esempio imprecisioni o difetti) e per il fatto di essere stato posato in quella specifica posizione dello spazio.

Sempre in relazione alla crescita del numero di informazioni, sono interessanti i risultati di una ricerca interna all'impresa di costruzione Aidea sul rapporto aumento del carico di lavoro – aumento di informazioni e dei dati prodotti con il numero di impiegati, esposti nel seminario “il valore del BIM – il Data Management”:

“L'efficientamento del BIM porta non tanto a una diminuzione della forza lavoro, quanto ad un aumento della produttività generale rapportata all'aumento di dati prodotti. Quindi, se confrontiamo la documentazione di cantiere prodotta fino a 20 anni fa è sicuramente non confrontabile con la mole di dati prodotta oggi.”



Figura 5: Risultati nell'adozione del BIM - numero impiegati x mole di informazione nel modello - Studio AIDEA situato nelle Filippine

Man mano che si passa da una fase del flusso di lavoro alla successiva all'interno della commessa, dalla progettazione alla costruzione, ma in particolar modo durante la fase di gestione e manutenzione, aumenta il numero di

elaborati informativi (ad esempio le schede tecniche) rispetto a quelli grafici.

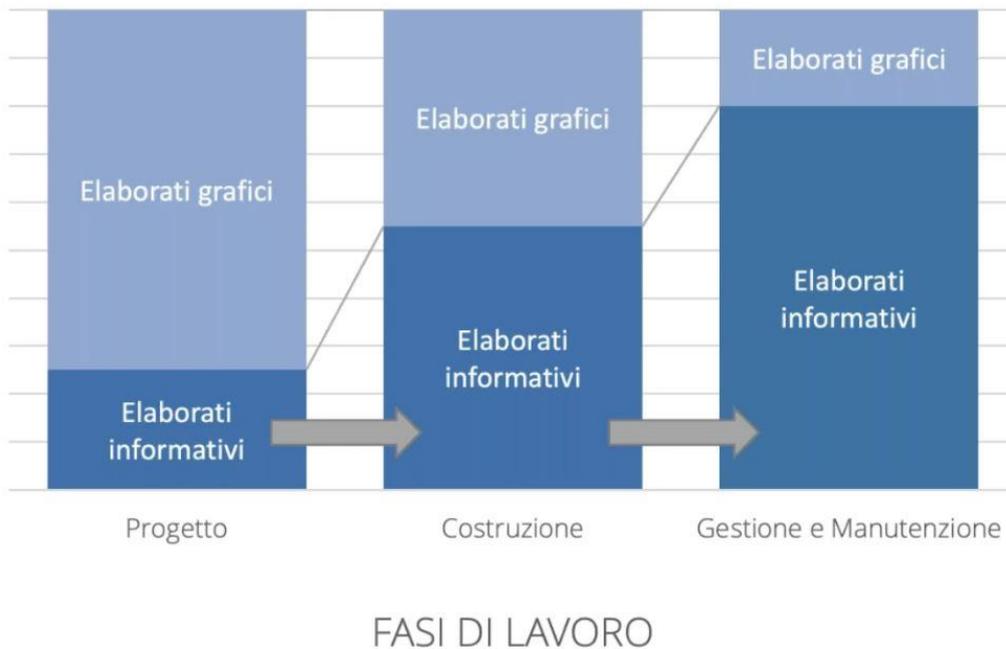


Figura 6: Schematizzazione della crescita degli elaborati informativi rispetto a quelli grafici nelle successive fasi di lavoro – Fonte: Seminario Graphisoft

Il processo di digitalizzazione che coinvolge queste informazioni può essere spiegato facendo riferimento a delle “dimensioni” che comprendono e ampliano le conoscenze degli elementi costruttivi (di un organismo edilizio) relative alle tradizionali tre dimensioni nello spazio (lunghezza, larghezza, altezza -x,y,z).

Nel Building Information Modelling il modello è dinamico, in grado di contenere ulteriori informazioni (materiali, costi, manutenzione, ciclo di vita, ...) oltre a quelle geometriche.

Alle ulteriori dimensioni viene fatto riferimento anche in Italia, all’interno della Norma UNI 11337 nella “Sezione Gestionale” del Capitolato Informativo, dove viene richiesto di specificare:

- *“le modalità di gestione della programmazione (4D-Programmazione)*
- *le modalità di gestione informativa economica (5D-Computi, estimi e valutazioni)*

- *le modalità di gestione delle esternalità (6D-Sostenibilità sociale, economica e ambientale)*
- *le modalità di gestione informativa dell'opera (7D-Uso, gestione, manutenzione e dismissione)."*

Premesso che ogni successiva dimensione comprende tutte le precedenti, si procede alla descrizione delle stesse.

Per 3D si intendono le dimensioni necessarie ad affrontare la descrizione geometrica dell'opera studiata. A livello spaziale è possibile non solo occuparsi della resa grafica dell'opera, ma anche andare a gestire le attività di model checking.

Il model checking comprende le operazioni di code checking (relative al controllo della rispondenza del progetto alle richieste della committenza e alle diverse norme) e quelle di model checking (che analizzano l'eventuale presenza di conflitti geometrici e non all'interno del modello).

Il 4D si riferisce ai tempi delle fasi del processo, delle lavorazioni, etc. Intervenendo in maniera dinamica su metodi tradizionali di management (WBS, Diagramma di Gantt) è possibile gestire, riorganizzare e ridurre la durata della commessa.

Con la quinta dimensione vengono gestiti i costi e le quantità all'interno del flusso di lavoro. In particolare, sono significativi i vantaggi dati dalla possibilità di estrarre delle misure dal modello digitale del progetto per definire le quantità dei materiali da impiegare, e di assegnare alle diverse lavorazioni i relativi prezzi unitari per arrivare a determinare l'importo totale dei lavori.

La dimensione della sostenibilità si occupa degli aspetti ambientali (conservazione della disponibilità delle risorse naturali), economici (come capacità di generare reddito e lavoro) e sociali (legati all'accrescimento del benessere dell'uomo) all'interno del processo progettuale, in grado di

mantenere bilanciate le esigenze odierne e quelle future, senza pregiudicare l'accrescimento delle prestazioni.

La settima dimensione si focalizza sulla gestione dell'opera nelle fasi che seguono il completamento della costruzione attraverso la realizzazione di un modello digitale As-built dell'opera contenente sia le informazioni di progetto che gli aggiustamenti effettuati in corso d'opera. Questo modello federato è il risultato dell'insieme dei modelli relativi a ciascuna disciplina specialistica che ha interessato l'opera, ciascuno dei quali col livello di sviluppo (LOD) adeguato alle richieste del Capitolato Informativo.

Nel corso del ciclo di vita dell'edificio, questa metodologia di lavoro consente di disporre di uno strumento aggiornato per meglio valutare eventuali interventi di gestione, manutenzione, recupero, restauro, dismissione sull'opera durante la fase di esercizio.

2.2. Produttività nell'industria delle costruzioni (da industria 4.0 alla transizione digitale)

Il termine Industria 4.0 (oggi Piano nazionale Impresa 4.0) si riferisce ad un processo atto a favorire una produzione industriale automatizzata, interconnessa e portatrice di un miglioramento nella qualità produttiva.

Questa trasformazione per essere attuata richiede:

investimenti significativi per la sua digitalizzazione e per l'accrescimento del livello formativo degli attori del processo; un cambiamento radicale nel modello di filiera che porti all'abbandono dell'individualismo tra i soggetti coinvolti per passare ad un rapporto basato sulla condivisione e la collaborazione.

Nata da un'iniziativa del governo tedesco, e presentata alla fiera di Hannover nel 2011 per la prima volta, negli anni successivi la quarta rivoluzione industriale si è concretizzata in un progetto che prevedeva investimenti su infrastrutture, scuole, sistemi energetici, enti di ricerca e aziende per ammodernare e

migliorare la produttività del sistema produttivo sfruttando le nuove tecnologie abilitanti emerse.

Le principali innovazioni tecnologiche (sviluppate nell'ambito dell'Industria 4.0) che gradualmente vengono introdotte all'interno dei processi produttivi, a beneficio di un aumento della produttività, sono le seguenti:

- Robot collaborativi e interconnessi (Advanced Manufacturing Solutions)
- Integrazione elettronica dei dati e delle informazioni lungo le diverse fasi produttive dell'azienda (Horizontal Integration)
- Stampanti 3d (Additive Manufacturing)
- Condivisione elettronica con clienti/fornitori delle informazioni sullo stato della catena di distribuzione (inventario, tracking, etc.) (Vertical Integration)
- Realtà aumentata (Augmented Reality)
- Gestione di elevate quantità di dati su sistemi aperti (Cloud)
- Simulazioni di sperimentazione e test virtuali (Simulation)
- Rilevamento e analisi di elevate quantità di dati (Big data/Analytics)
- Nanotecnologie e materiali intelligenti (Smart technology/materials)
- Sicurezza informatica durante le operazioni in rete e su sistemi aperti (Cyber Security)
- Comunicazione elettronica in rete tra macchinari e prodotti (Industrial Internet of Things).

L'introduzione di queste tecnologie assume particolare importanza nel settore edile, da sempre caratterizzato da una scarsa produttività in parte legata alla carenza di collaborazione fra i vari operatori, che, invece, entrano in competizione fra di loro. A questo si affianca la facilità con cui si verificano errori, dovuti alla complessità delle commesse, ad omissioni o modifiche apportate dai

vari attori, fattori che fanno comprendere come la produttività, contrariamente a quanto avvenuto negli altri settori dell'industria, sia peggiorata nel tempo nel settore delle costruzioni.

Inoltre, a livello mondiale, storicamente, l'andamento del mercato immobiliare è caratterizzato da fasi cicliche in cui si alternano periodi di crescita e periodi di recessione. La maggior parte degli interventi edili è svolta da imprese di piccole dimensioni, che sono anche quelle numericamente più presenti sul mercato. Per la loro natura queste imprese dispongono di capitali ridotti, per cui tendono a limitare gli investimenti in formazione e tecnologie, prediligendo l'utilizzo di un alto numero di mano d'opera poco qualificata, a minor costo, gestibile in maniera più flessibile, altri fattori che incidono negativamente sulla produttività.

Per incidere sull'aumento di produttività del lavoro nell'edilizia è in crescita l'utilizzo del BIM e dei processi collaborativi. Nell'ambito delle transizioni dell'industria delle costruzioni verso la digitalizzazione, dall'industria 4.0 emergono cinque possibili declinazioni del BIM:

- Il Building Information Model (BIM), inteso come linguaggio di trasmissione dei dati sia geometrici che informativi attraverso il modello digitale
- Il Building Information Modelling (BIM) come processo attraverso il quale si arriva alla realizzazione del modello degli edifici dell'edilizia civile ordinaria
- Il Building Information Management (BIM), che si occupa della gestione dei dati acquisiti nel modello
- L'Historical Building Information Modelling (HBIM) che riguarda il processo di digitalizzazione degli edifici del patrimonio storico artistico di particolare pregio, dei beni culturali
- l'Infrastructure Building Information Modelling (InfraBIM) per la gestione della manutenzione delle infrastrutture con metodologie BIM.

Paul Teicholz, in “Labor-Productivity Declines in the Construction Industry: Causes and Remedies (Another Look), 2013”, afferma: *“sappiamo che in Italia più del 70% del mercato delle costruzioni è rappresentato da interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria”*.

Preso atto di questo dato, e del fatto che in Italia è presente il patrimonio storico artistico più vasto al mondo, è evidente il vantaggio del quale può beneficiare l’industria delle costruzioni italiana ricercando soluzioni legate all’ottimizzazione dei processi produttivi riguardanti la gestione delle opere esistenti.

2.3. Trasformazione delle metodologie di lavoro

Nel processo produttivo edilizio tradizionale sono presenti diverse limitazioni:

- la frammentazione delle informazioni e la difficoltà ad accedervi per via dei differenti formati in cui vengono proposte
- la presenza di diversi operatori
- l’eterogeneità delle sedi con le quali interfacciarsi nello scambio di dati
- la carenza di coordinazione e comunicazione tra le figure della commessa (che possono portare a una perdita di dati o conoscenze da un passaggio all’altro)
- la produzione di informazioni ridondanti
- l’esecuzione di frequenti rilavorazioni causate da mancate condivisioni di scelte progettuali o da carenze della committenza.

Dalle innovazioni nei processi portate dall’Industria 4.0 nel settore delle costruzioni è emersa la nuova metodologia di digitalizzazione del lavoro con il BIM di seguito schematizzata (nell’estratto “Innovare per Progettare il Futuro - Primo Libro Bianco sul Building Information Modelling”, 2018, Italfer Srl) nelle sue fasi principali.

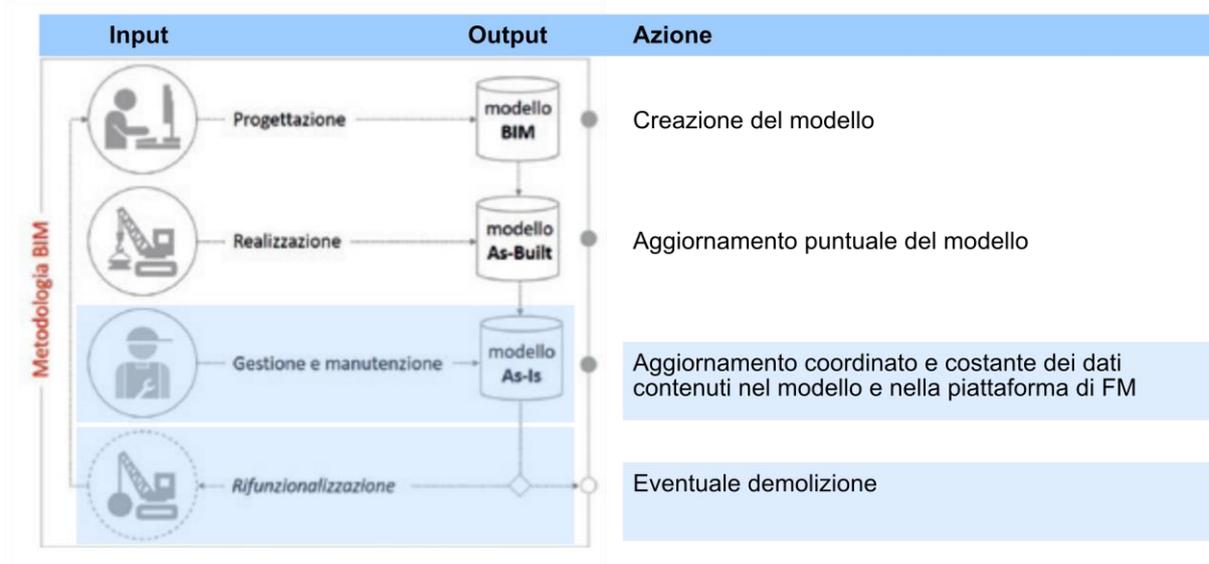


Figura 7: In azzurro sono evidenziate le fasi della metodologia di lavoro BIM¹⁶ interessate dalla sperimentazione di questa tesi.

Nella Parte 7 della Norma UNI 11337 vengono indicati in dettaglio i ruoli ed i compiti delle tre nuove figure professionali introdotte con la metodologia di lavoro BIM:

- il BIM specialist [“La figura del BIM specialist è in grado di utilizzare il software per la realizzazione di un progetto BIM, secondo la propria competenza disciplinare (architettoneca, strutturale, impiantistica, ecc.) e di comprendere ed utilizzare la documentazione tecnica ed operativa aziendale per la produzione degli elaborati e dei modelli. Il suo ruolo quello è di “modellatore delle informazioni”]¹⁷
- il BIM coordinator [“La figura del BIM coordinator è in grado di gestire e coordinare il lavoro su una o più discipline specifiche nell’ambito del progetto (es: architettura, strutture, impianti, ecc.), di utilizzare gli strumenti software necessari per il coordinamento delle attività di redazione, controllo e gestione del progetto. È competente in materia di software di BIM authoring per le diverse discipline (architettura, strutture,

¹⁶ “Innovare per Progettare il Futuro - Primo Libro Bianco sul Building Information Modelling”, 2018, Italferr Srl

¹⁷ <http://biblus.acca.it/>

impianti, ecc.). È in grado di comprendere, utilizzare ed aggiornare la documentazione tecnica ed operativa della commessa per la produzione degli elaborati e dei modelli (standard e procedure)"]¹⁸

- *il BIM manager ["La figura del BIM manager è in grado di gestire e coordinare progetti BIM multidisciplinari, il responsabile della gestione e del coordinamento delle informazioni per i fornitori coinvolti nei servizi di progettazione, realizzazione e gestione dell'opera, il responsabile dell'implementazione dei processi e della strategia BIM, della redazione della documentazione tecnica ed operativa per la produzione degli elaborati e dei modelli (standard e procedure), di utilizzare gli strumenti software necessari per il coordinamento delle attività di redazione, controllo e gestione del progetto BIM"]¹⁹*

Durante la fase progettuale del processo di ottimizzazione della gestione delle informazioni di un'opera esistente, mi sono trovato a ricoprire tutti e tre i ruoli delle nuove figure introdotte dalla normativa UNI 11337.

Come BIM Manager, in base agli usi ed al livello di sviluppo stabiliti per i modelli studiati (modello strutturale, modello architettonico delle facciate), ho adeguato gli attributi informativi alle esigenze risultanti dall'analisi dello stato di fatto, del contesto e delle due relazioni di valutazione di vulnerabilità sismica già presenti e deciso quali informazioni inserire in ciascun oggetto BIM e come classificarlo.

In veste di BIM Coordinator, ho gestito la condivisione dei contenuti informativi tra i modelli delle due diverse discipline specialistiche affrontate (modello strutturale, modello architettonico delle facciate).

All'interno del software di BIM Authoring, in qualità di BIM Specialist (una volta per la disciplina architettonica ed una per quella strutturale), come da disposizioni del BIM Manager impartite dal BIM Coordinator, ho importato i due Property sets (attributi informativi) utili alla realizzazione del modello

¹⁸ <http://biblus.acca.it/>

¹⁹ <http://biblus.acca.it/>

architettonico e del modello strutturale del complesso edilizio pubblico esistente studiato.

Ulteriormente ho proceduto alla realizzazione del Modello BIM per ciascuna delle due discipline, compilato gli attributi informativi, che ho successivamente caricato nella piattaforma di condivisione dati.

Ho interpretato ancora il ruolo di BIM Manager eseguendo la verifica della corrispondenza dei modelli BIM di entrambe le discipline alle richieste formulate nel Capitolato Informativo, accedendovi dall'ambiente di condivisione dati (ACDat) sul cloud.

In America l'AIA (American Institute of Architects) assieme ad altre organizzazioni ha sviluppato una nuova forma contrattuale, l'IPD, che prevede diverse varianti, attualmente in fase di perfezionamento.

La tipologia più ricorrente di accordo IPD prevede, fin dalle prime fasi della commessa, la collaborazione di almeno tre figure principali: il committente, il progettista / DL ed il costruttore, alle quali si possono affiancare altri attori chiave (quando possibile i subappaltatori, i consulenti del committente) del processo produttivo edilizio.

Le parti interessate lavorano in sinergia per raggiungere i requisiti del progetto richiesti dal committente, condividendo dati e informazioni attraverso strumenti di collaborazione informatici (ad esempio piattaforme cloud, database server).

Inoltre, i firmatari dell'accordo accettano di condividere i rischi, le ricompense e le responsabilità come specificato nel contratto.

Con l'intervento del costruttore all'interno delle decisioni progettuali fin dall'inizio saranno note anche le effettive competenze in termini di tecniche costruttive, tecnologiche e forza lavoro disponibili, permettendo, con l'utilizzo del BIM, un controllo più accurato delle variabili in gioco (costi, tempi, soluzioni tecnologiche, etc.).

Questa tipologia di contratto si discosta in maniera netta dai processi produttivi tradizionali, nei quali la trasmissione delle informazioni avviene linearmente, in maniera compartimentata e seguendo una visione maggiormente individualista nelle varie fasi di progetto.

Pertanto, con l'IPD se la collaborazione tra queste figure avviene in maniera proficua, sarà loro possibile compiere eventuali modifiche al progetto nelle fasi precedenti la costruzione, compiendo minori sforzi a parità di effetto rispetto ad interventi nelle fasi più avanzate.

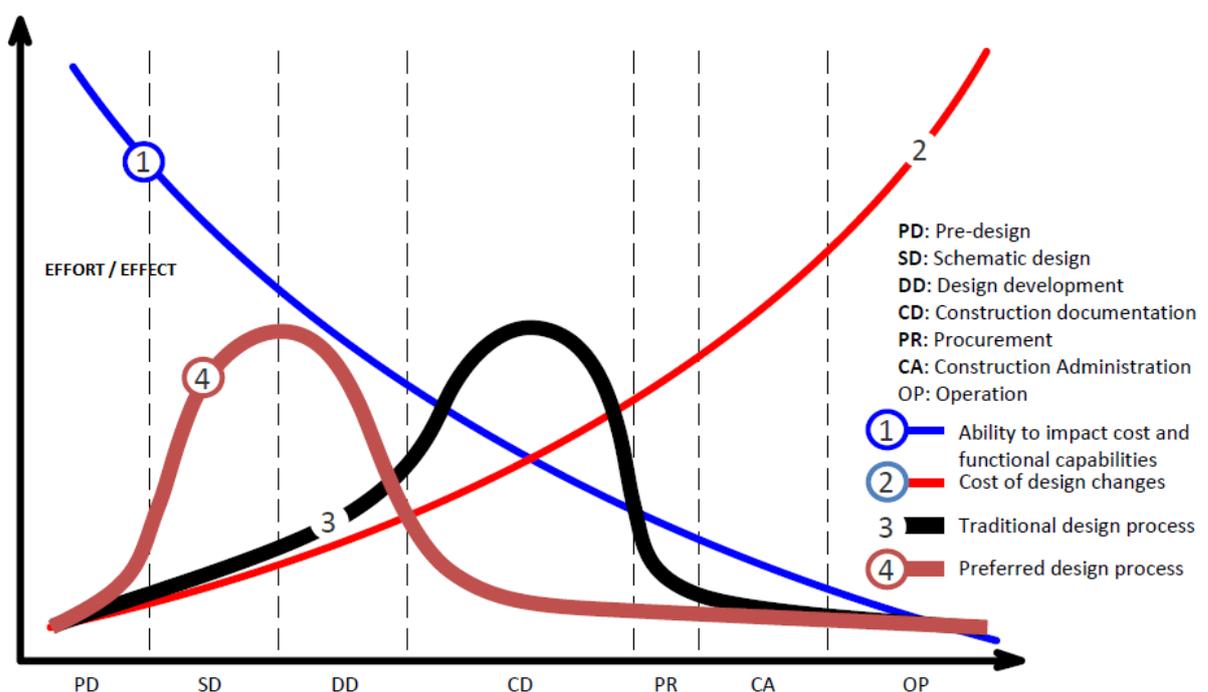


Figura 8: La curva di MacLeamy - Fonte: <http://www.bis-lab.eu/2017/02/28/bim-building-information-modeling-i-principi-di-una-rivoluzione/>

2.4. Il BIM come processo di digitalizzazione: una breve introduzione

La mancanza di informazioni coordinate durante la realizzazione o l'esecuzione dei progetti risulta onerosa per tutte le parti interessate perché, spesso, si traduce in aumento dei costi e sprechi di tempo (conseguenti all'inserimento di informazioni ridondanti, all'esecuzione di rilavorazioni per mancata condivisione, o anche per carenze della committenza). La possibilità di adottare una metodologia di lavoro openBIM significa integrare, sfruttare a pieno, le potenzialità del formato IFC, del bSDD e dei processi nell'ottica di una più fluida

collaborazione nella progettazione. Con l'introduzione del Building Information Model quale rappresentazione digitale dell'edificio reale, dell'IFC come formato aperto di file e di una terminologia standardizzata (Dizionario di dati o data dictionary) che tutti gli attori possono utilizzare per condividere le informazioni, è possibile lavorare in modo efficiente e ridurre significativamente gli errori. Il BIM nell'accezione di Building Information Modelling si riferisce alla metodologia operativa (di programmazione, progettazione, realizzazione e manutenzione), volta a costruire ed arricchire la rappresentazione digitale della struttura. Con Building Information Model, invece, si intende il modello virtuale generato dal processo (Building Information Modelling).

Un altro beneficio offerto dall'approccio openBIM è quello di utilizzare un formato aperto e condiviso; questo permette di realizzare un flusso di lavoro trasparente ed aperto, che fornisce dati duraturi utilizzabili durante tutto il ciclo di vita dell'edificio, e data la neutralità, ne permette l'impiego anche negli appalti pubblici alle Pubbliche Amministrazioni e si pone in un certo senso come garante di imparzialità nel controllo e nella validazione dei dati.

Specificando meglio, il formato UNI EN ISO 16739:2016 (IFC) è uno schema concettuale di scambio aperto dei dati in grado di supportare, al momento dell'esportazione, tutte le proprietà (anche quelle non presenti nello standard). Pertanto, la perdita di dati può essere imputata unicamente ai differenti meccanismi coi quali i software di authoring scelgono quali proprietà includere (o non includere) nell'esportazione. Altri punti di forza che lo contraddistinguono sono il non essere controllato da un singolo operatore, facilitare l'interoperabilità tra i vari attori del processo, il fondarsi sul fatto di consentire l'interscambio di un modello informativo senza perdita o distorsione di dati o informazioni e l'essere stato progettato per elaborare tutte le informazioni dell'edificio, attraverso l'intero suo ciclo di vita (dall'analisi di fattibilità, pianificazione, progettazione, fino alla sua realizzazione, gestione e manutenzione).

Ulteriormente, la riproduzione dell'opera (esistente o non ancora realizzata) col BIM permette di effettuare simulazioni con modelli digitali, ricreare le diverse

possibili situazioni operative, rilevare eventuali malfunzionamenti ed errori che, qualora trascurati, potrebbero generare diseconomie (di tempi e costi).

2.5. Quadri normativi di riferimento

L'Italia, in qualità di membro dell'Unione Europea, deve attenersi al Regolamento europeo 1025 del 2012, che stabilisce la gerarchia di importanza delle norme nazionali, europee ed internazionali. All'interno della Commissione Europea le norme, a livello generale, devono attenersi a principi collaudati ed ottenere il consenso di tutti i soggetti. In presenza di una norma europea od internazionale già approvate, le normative a livello nazionale devono adeguarsi e non entrare in conflitto con le stesse.

Riprendendo quanto già riportato nell'introduzione, In Italia, con la pubblicazione del Decreto BIM (D.M. 560 del 01/12/2017) sono stati definiti i tempi e le modalità con le quali le Stazioni Appaltanti sono obbligate ad introdurre le procedure digitali all'interno del loro processo, ragionando in termini di differenti importi dei lavori delle opere da progettare, e dei relativi scaglioni. All'articolo 6 il Decreto specifica i 6 scaglioni previsti:

- 1° gennaio 2019 per le opere di importo pari o superiore a 100 milioni di euro
- 1° gennaio 2020 per le opere di importo pari o superiore a 50 milioni di euro
- 1° gennaio 2021 per le opere di importo pari o superiore a 15 milioni di euro
- 1° gennaio 2022 per le opere di importo pari o superiore a 5.225.000 euro
- 1° gennaio 2023 per le opere di importo pari o superiore a 1 milione di euro
- 10 gennaio 2025 per le opere di importo inferiore al milione di euro.

Di seguito si riportano le principali norme di riferimento adottate nei processi di digitalizzazione delle costruzioni e gestione informativa BIM raggruppate per livelli.

A livello Internazionale ed Europeo:

- L'IDM (Information Delivery Manual) per la ricerca dei processi ottimali (permette di stabilire per ogni tipo di modello quali sono i tipi di definizioni che sono utili in quel momento) viene normato con le ISO 29481-1, 29481-2
- Il formato IFC (Industry Foundation Class) per lo scambio di dati e informazioni è normato dalla ISO 16739
- L'IFD (International Framework for Dictionaries) per la definizione della terminologia è normato dalla ISO 12006-3 e nel buildingSMART Data Dictionary
- Le MVD (Model View Definitions) per la traduzione dei processi in linguaggi tecnici attraverso la definizione delle viste del modello (ovvero l'insieme di tutti i settaggi di traduzione del file IFC in quel preciso momento per quel preciso scopo) sono normate nella ISO29481 e nelle buildingSMART MVD
- Il formato BCF (BIM Collaboration Format) è un sistema di gestione avanzato della comunicazione (permette l'interscambio di informazioni all'interno di un team multidisciplinare di progetto) normato nel buildingSMART BCF
- ISO 19650 (Organization of information about construction works Information Management using Building Information Modelling”,
- ISO/IEC 27001 per la “Gestione della sicurezza delle informazioni”,
- Le BS 1192, PAS 1192-2 Inglesi
- Europee (2014/24/CE).

A livello nazionale:

- D.Lgs. 50/2016 e successivi aggiornamenti, fino al Decreto BIM (D.M. 560 dell'1/12/2017)
- UNI 11337 (si tratta di norme consensuali, che costituiscono un punto di riferimento per gli standard sul BIM in Italia per le Stazioni Appaltanti e per tutti gli operatori del settore).

In particolare, la Norma UNI 11337 italiana è stata emanata nel 2009, limitatamente alla parte 3, integrata nel 2017 con le parti 1, 4, 5, 6, nel 2018 con la 7 ed ancora in lavorazione. Al suo completamento sarà suddivisa in 10 parti:

UNI 11337: 2009 – “Edilizia e opere di ingegneria civile - Criteri di codificazione di opere e prodotti da costruzione, attività e risorse – identificazione, descrizione e interoperabilità”

UNI 11337: 2017 “Edilizia e Opere di Ingegneria civile – Gestione digitale dei Processi Informativi delle costruzioni”

- Parte 1 Modelli, elaborati e oggetti informativi per prodotti, processi
- Parte 2 Criteri di denominazione e classificazione di modelli prodotti e processi
- Parte 3 Modelli di raccolta, organizzazione e archiviazione dell'informazione tecnica per i prodotti da costruzione (schede informative digitali per i prodotti e i processi – LOI e LOG)
- Parte 4 Evoluzione e sviluppo informativo di modelli elaborati ed oggetti (LOD e oggetti)
- Parte 5 Flussi informativi nei processi digitalizzati (gestione modelli ed elaborati)
- Parte 6 Esempificazione di capitolato informativo
- Parte 7 Requisiti di conoscenza, abilità e competenza per le figure coinvolte nella gestione digitale dei processi informativi (qualificazione delle competenze BIM delle figure)

- Parte 8 Organizzazione delle figure coinvolte nella gestione digitale dei processi informativi (PM / BIM-M)
- Parte 9 Gestione informativa in fase di esercizio (Due diligence, piattaforma collaborativa e fascicolo del fabbricato)
- Parte 10 Verifica amministrativa.

2.6. Maturità del processo BIM

Nel processo di digitalizzazione delle costruzioni, la qualità di un'opera è fortemente influenzata dalle modalità con le quali le informazioni vengono prodotte, gestite e trasferite nell'arco dell'intero ciclo di vita della stessa.

Con i metodi e strumenti informatici le informazioni beneficiano della possibilità di essere condivise in maniera facile, rapida, univoca, trasparente, efficiente, leggibile, efficace.

Attraverso l'introduzione di un numero di livelli, quattro nel sistema inglese delle PAS 1192-2 e cinque in quello italiano (UNI 11337-1), vengono definite diverse modalità di sofisticazione nella interoperabilità, conoscenza e condivisione delle informazioni all'interno del processo edilizio.

In Europa, il Regno Unito è stato il pioniere nel normare l'introduzione graduale dell'obbligatorietà, a partire dal 2011, di impiego di metodi digitalizzati (protocolli BIM), spinto dalla volontà di gestire in maniera più efficiente gli appalti edili e in particolare delle Opere Pubbliche, al fine di garantirne una maggiore sostenibilità economica ed ambientale durante tutto il ciclo di vita.

Di seguito si riportano i livelli di maturità del processo BIM indicate dalla norma inglese:

LIVELLO 0 BIM (disegni su carta) - Il software CAD è usato come strumento col quale restituire su carta o tramite PDF il progetto, generalmente in 2D, senza collaborazioni. Pertanto, le informazioni di supporto per ciascuna disciplina provengono da fonti separate.

LIVELLO 1 BIM (modelli, collaborazione) – Il progetto viene sviluppato digitalmente sfruttando principi di lavoro 2D e 3D (per la sola verifica e restituzione grafica tridimensionale) con software CAD, senza scambio di modelli tra gli specialisti delle varie discipline. Ogni attore del processo disporrà dei propri file del progetto. Il costruttore, in genere, si occupa dello scambio di informazioni con gli altri attori del processo attraverso una piattaforma di condivisione dei file. In caso di eventuali modifiche è necessario inviare il nuovo file. Questo processo comporta difficoltà di comunicazione e può portare ad errori.

LIVELLO 2 BIM (modelli, oggetti, collaborazione) – Tutti i partner del progetto lavorano in 3D col BIM, ma non usano lo stesso modello; vengono condivisi i file degli altri attori del processo e le librerie delle classi di oggetti. Lo scambio di informazioni tra questi avviene attraverso l'utilizzo di un formato comune (IFC) e di un processo (COBie).

LIVELLO 3 BIM (interoperabilità e scambio dei dati) – Tutti gli operatori delle differenti discipline collaborano e accedono allo stesso modello del progetto. Ciò è possibile grazie all'integrazione di un ambiente di condivisione dei dati centralizzato (CDE – Common Data Environment) all'interno del quale ciascuno può apportare modifiche al progetto in base alle autorizzazioni del suo profilo. Questa modalità di gestione digitale dei processi, nota come "Open BIM", permette di gestire l'opera in tutto il suo ciclo di vita e risolve i problemi di comunicazione presenti nei livelli precedenti.

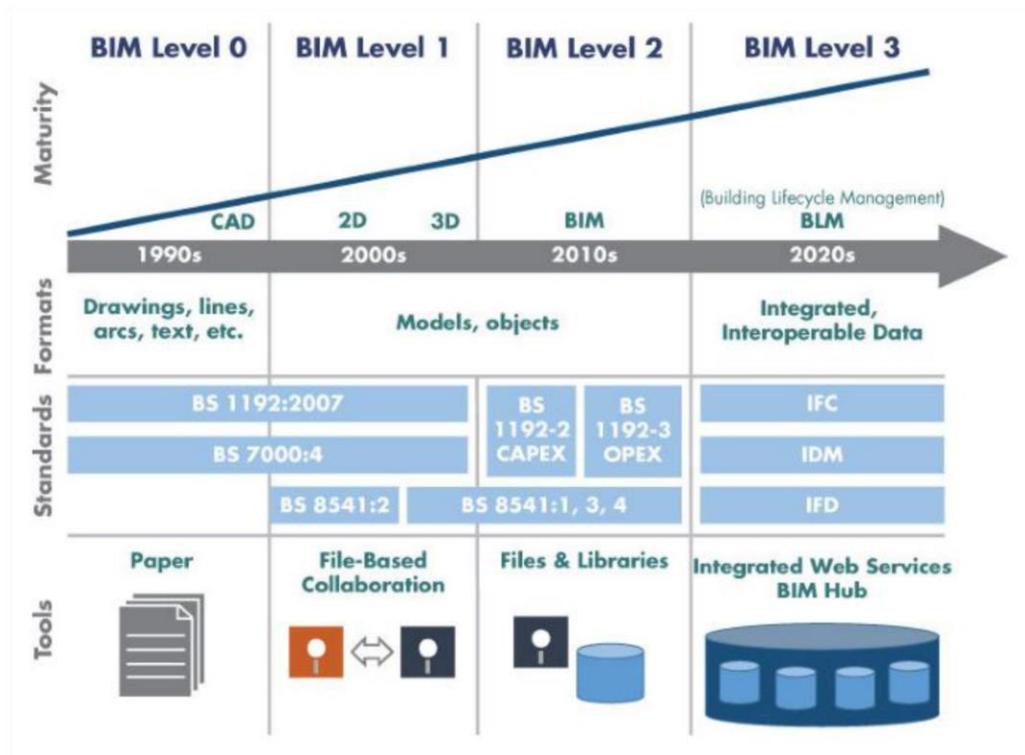


Figura 9: Il modello di maturità BIM nella normativa inglese, di Mark Bew e Mervyn Richards²⁰

Nella parte 1 della norma italiana (UNI 11337-1 Modelli, elaborati e oggetti informativi per prodotti e processi), prima di trattare i vari livelli di maturità, precisa le definizioni ed i concetti che introduce.

Di particolare rilevanza sono i concetti, organizzati in una struttura ad albero, di dato (inteso come singolo elemento conoscitivo), informazione (un insieme di dati organizzati), contenuto informativo (un insieme di informazioni organizzate).

La trasmissione dei contenuti informativi tra le figure coinvolte nel processo avviene l'utilizzo di sole apparecchiature elettroniche attraverso i cosiddetti "veicoli informativi", e più precisamente:

²⁰ [Fonte: SACKS, Rafael; EASTMAN, Chuck; LEE, Ghang; TEICHOLZ, Paul. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers. Wiley, 3a edizione (3 luglio 2018)]

- i veicoli di rappresentazione (cioè gli elaborati, divisi in digitali, copie digitali di elaborati non digitali e non digitali, trasmissibili con o senza l'ausilio di apparecchiature elettroniche)
- i veicoli di virtualizzazione (ovvero i modelli, esclusivamente digitali e trasmissibili con l'ausilio di apparecchiature elettroniche).

Questi due veicoli possono essere suddivisi in grafici, documentali e multimediali.

A seconda degli accordi contrattuali, la gestione del contenuto digitale (i modelli, gli oggetti e gli elaborati informativi) all'interno del processo edilizio relativo ad una o più opere può avvenire in uno o più ambienti di condivisione organizzata dei dati (ACDat).

Il modo più efficace per gestire il flusso informativo, pertanto, deve prevedere l'impegno di modelli.

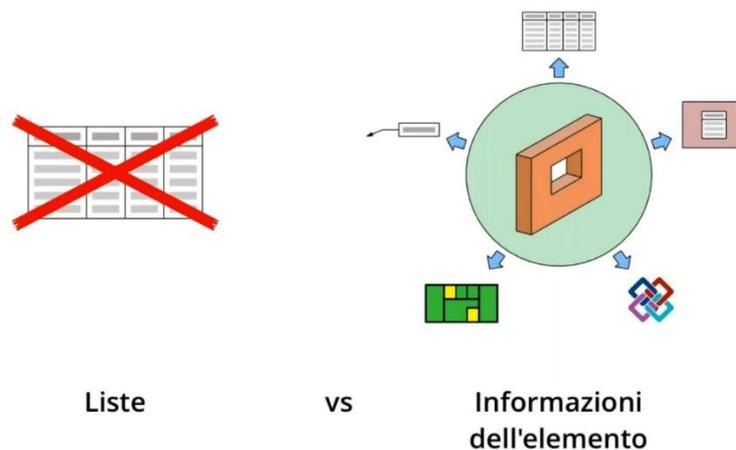


Figura 10: Esempio di schematizzazione della gestione e trasmissione del contenuto informativo nel sistema tradizionale attraverso abachi, tabelle, schede tecniche, modelli grafici difficilmente aggiornabili (corrispondente ai livelli da 0 a 2 della Norma UNI 11337 italiana) e nei sistemi digitali tramite l'utilizzo dei modelli grafici ed elaborati informativi (livelli 3 e 4 della stessa Norma). Fonte: seminario sul Data Management di Graphisoft Italia

I 5 livelli di maturità digitale previsti dalla Norma Italiana (UNI 11337-1) sono:

Livello 0: non digitale

All'interno del processo edilizio i contenuti informativi vengono trasmessi attraverso elaborati informativi non digitali, prevalentemente con l'ausilio di supporti cartacei, anche se l'origine dell'elaborato può essere anche digitale.

Livello 1: base

Pur continuando a prevalere l'ausilio di supporti cartacei all'interno del processo edilizio, i contenuti informativi vengono trasmessi attraverso elaborati informativi digitali.

Livello 2: elementare

All'interno del processo edilizio i supporti cartacei continuano ad essere prevalenti a livello contrattuale e per la trasmissione del contenuto informativo degli elaborati; digitalmente, a supporto, interviene il modello grafico.

Gli ulteriori contenuti informativi (non trasferibili attraverso i modelli grafici) vengono trasmessi attraverso elaborati informativi digitali.

Livello 3: avanzato

Questo livello è comparabile al livello 2 del sistema inglese.

I contratti ed il contenuto informativo vengono trasmessi prevalentemente su supporto digitale. Vengono impiegate delle "schede informative digitali di prodotto e di processo" (esposte nella parte 3 della stessa norma) per gestire le relazioni esistenti tra i dati dei modelli e degli elaborati informativi.

Nel caso di un'opera esistente, questo livello rappresenta il rilievo digitale avanzato (ovvero un sistema di raccolta dati digitale)

Livello 4: ottimale

Attraverso i modelli informativi (talvolta col supporto di elaborati informativi digitali, estratti direttamente dai veicoli di virtualizzazione) vengono gestiti tutti gli aspetti di trasmissione dei contenuti informativi.

A livello contrattuale viene stabilito il livello di sviluppo del contenuto informativo per ciascun modello.

L'insieme dei veicoli di virtualizzazione, coordinati tra loro, viene chiamato dalla norma modello informativo.

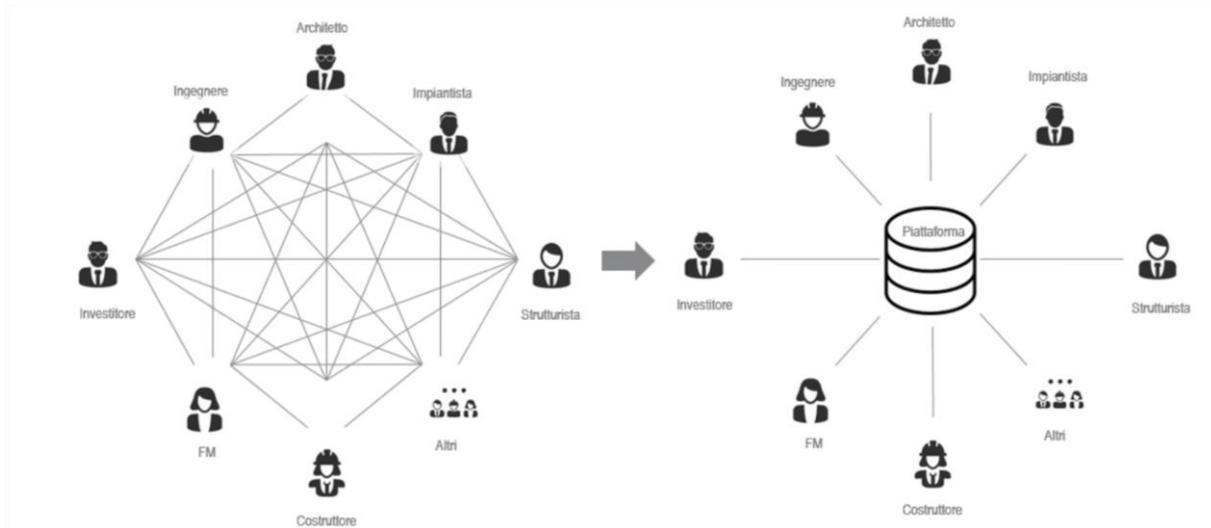


Figura 11: Flusso di lavoro digitale delle informazioni, a sinistra lo schema secondo la norma italiana per i livelli di maturità BIM 0, 1, 2, 3, a destra per il livello 4. [Fonte: Seminario Nemetschek Allplan]

Ruolo: Committente - Stazione Appaltante	Ruolo: Produttore - Fornitore - Rivenditore	Ruolo: BIM Manager	Ruolo: Progettista – BIM Specialist
1) Definisce il contratto BIM e quali Informazioni devono avere i componenti			
		2) Nelle ACDat: adegua gli Attributi Informativi e le Informazioni necessarie per i componenti	
			3) Nei software di BIM Authoring: importa i Set di Attributi Informativi (Property sets)
			4) Nei software di BIM Authoring: crea il Modello BIM, compila gli Attributi Informativi e procede ai loro upload
		5) Negli ambienti di condivisione della commessa ACDat / CDE: verifica il modello BIM	
	6) In Excel: verifica e adegua gli Attributi Informativi di sua competenza		
7) Il modello BIM viene fornito in base a quanto specificato nel contratto			

Tabella 3: esempio di schematizzazione dei flussi di lavoro, relativi alla gestione degli attributi informativi, secondo il livello 4 di maturità BIM della norma italiana.

2.7. Sistemi di classificazione

I sistemi di classificazione, codificazione e denominazione nell'industria delle costruzioni rivestono un ruolo importante nel corso di tutte le fasi del ciclo di vita, non solo nelle fasi di progettazione e costruzione, ma anche in quelle di esercizio (ai fini della gestione, manutenzione, degli eventuali rinnovamenti, interventi di recupero, interventi di restauro).

Questi sistemi si occupano di scomporre l'opera edile nelle sue componenti costruttive elementari al fine di catalogarle, ordinarle e organizzarle, per poter successivamente disporre dei dati a queste associati a seconda dell'uso specifico.

La scomposizione del sistema edilizio per l'indicizzazione dei dati può avvenire seguendo diversi approcci:

- Processuale (valuta il componente edilizio in relazione alle fasi del processo di produzione, costruzione e assemblaggio)
- Merceologico (segue aspetti di produzione, commercializzazione dei prodotti per l'edilizia)
- Funzionale (basato su funzionamento e uso delle singole parti costituenti l'opera edile). In Italia, un esempio di applicazione di classificazione funzionale su edifici residenziali, basata su una gerarchia di livelli (classi di unità tecnologiche, unità tecnologiche, classi di elementi tecnici, elementi tecnici) è codificata nella Norma UNI 8290-1 (Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Classificazione e terminologia, 1981).

I principali standard di classificazione e codificazione per l'unificazione della semantica oggi in uso nell'industria delle costruzioni a livello nazionale ed internazionale sono codificati nelle seguenti norme:

- UNI 8290-1 (1981) e la Parte 2 "Criteri di denominazione e classificazione di modelli prodotti e processi" (attualmente in lavorazione) – italiane
- PC|SfB (1956) - a livello europeo
- UniClass – inglese

- OmniClass, MasterFormat, UniFormat – americane
- UNI EN ISO 16730:2016
- ISO 16739 (IFC)
- ISO 12006 (Organization of information about construction works) nelle parti 2 (Framework for classification) e 3 (Framework for object-oriented information, IFD)
- ISO 29481 (IDM)

A livello mondiale, nell'industria delle costruzioni, esistono diversi sistemi di classificazione, codificazione e denominazione dei prodotti del processo produttivo edilizio; ma non vi è coerenza sulla scelta della norma da adottare nei diversi casi.

Ne consegue che ogni operatore decide autonomamente quale classificazione adottare ed il risultato è che poi successivamente si possono verificare delle incompatibilità, incomprensioni e difficoltà nello scambio di informazioni.

Le principali criticità nell'adozione di standard di classificazione, denominazione e codifica dei prodotti e dei processi sono la presenza di:

- una molteplicità di attori, appartenenti a differenti discipline specialistiche ciascuna con propri sistemi di classificazione specifici ai propri usi e alle proprie necessità
- una pluralità di questi sistemi (proprietary, specifici di progetto, industriali, locali, nazionali, internazionali) e dei conseguenti diversi approcci adottati per scomporre le diverse relative strutture delle opere, dei prodotti, dei processi, che ne rendono difficile il confronto
- un numero elevato di livelli gerarchici necessari per identificare in maniera univoca ciascun elemento del sistema edilizio.

Nella gestione digitale dei processi informativi edilizi (delle nuove costruzioni, ma anche del patrimonio esistente) con strumenti BIM (ad esempio Piattaforme cloud ACDat, software di BIM authoring, BIM tools, plugin, excel) l'impiego dei

sistemi di classificazione consente di individuare una gerarchia degli elementi dell'opera, virtualizzati come oggetti BIM.

Due diversi approcci che è possibile seguire per gestire la scomposizione della struttura dell'opera nel software di BIM Authoring sono:

- La WBS (Work breakdown structure), che è prevalentemente utilizzata dai capitolati tradizionali, ed è più adatta a chiarire le relazioni tra i diversi componenti; per arrivare a definire il componente costruttivo (l'oggetto BIM) parte dal tipo di lavorazione
- La PBS (Product breakdown structure), che è più compatibile alla gerarchia ad albero della struttura dei software di modellazione parametrica ad oggetti (caratteristica di quelli di BIM Authoring) e del formato IFC, e va a determinare la categoria e la tipologia dell'oggetto o del prodotto edilizio.

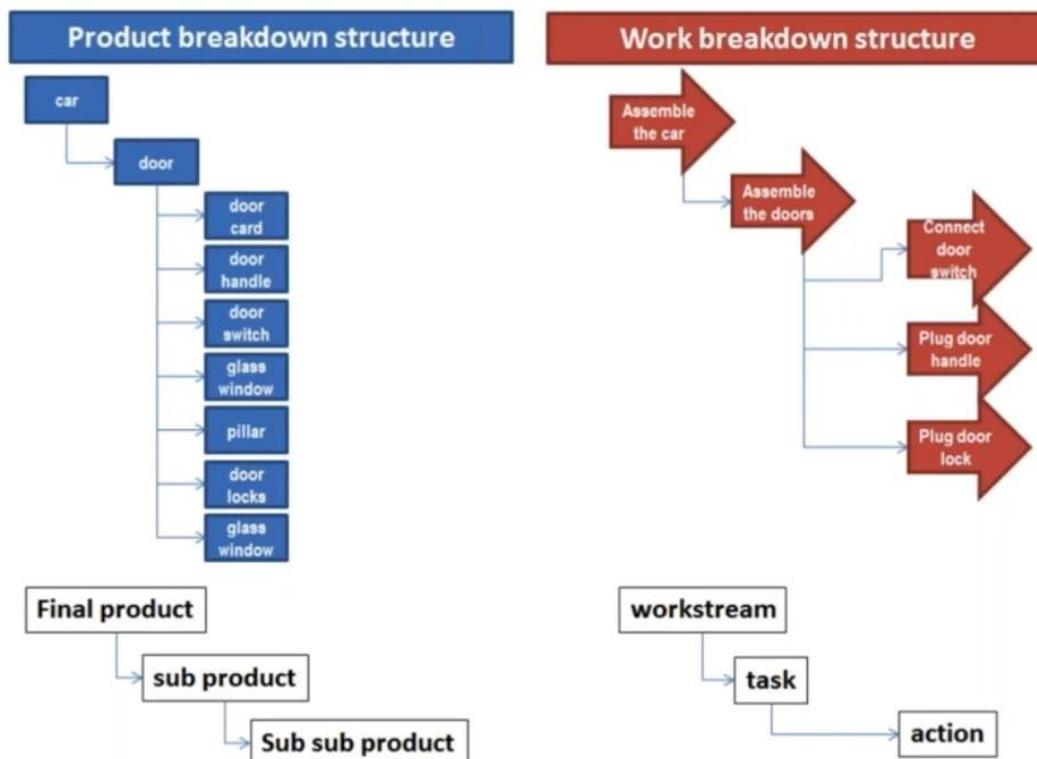


Figura 12: Esempi di differenti approcci di sistemi di gestione, PBS e WBS.
Fonte: Seminario Graphisoft Italia.

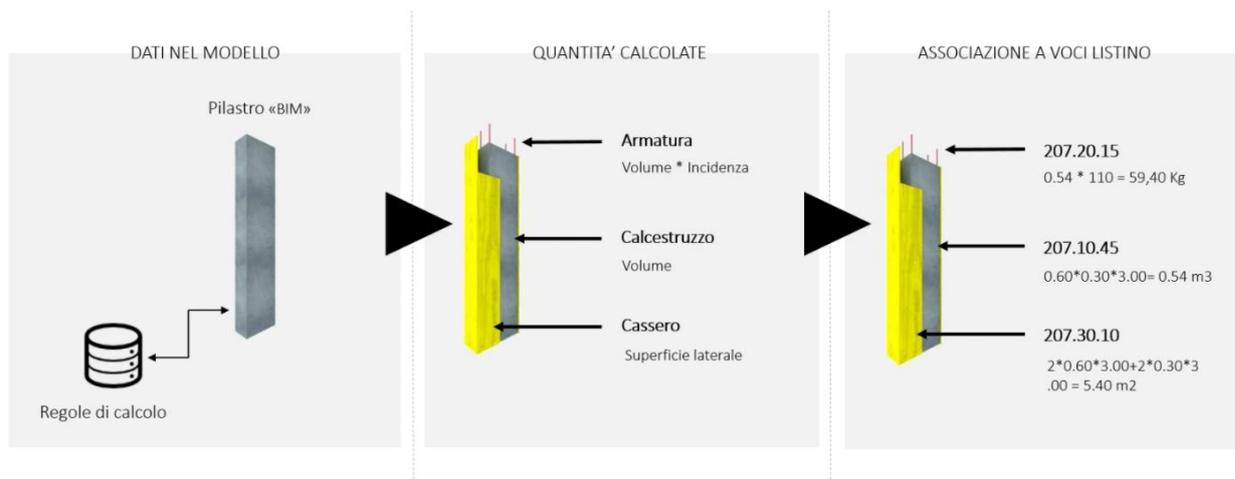


Figura 13: Esempio di Scomposizione in lavorazioni con sviluppo delle formule di calcolo di un elemento costruttivo (pilastro) all'interno di un software di BIM Authoring; Fonte: Seminario Nemetschek Italia

Per ricavarne una Banca dati di qualità e in grado di gestire tutte le fasi del ciclo di vita dell'opera, le informazioni in essa contenute dovranno essere univoche, congruenti e complete.

Affinché la descrizione della complessità delle opere considerate (che si tratti di nuove realizzazioni o appartenenti al patrimonio edilizio esistente, ad esempio, per il caso sviluppato in questa tesi, un complesso edilizio esistente pubblico) sia efficace, congrua agli usi e scopi previsti per i diversi modelli informativi digitali e con oggetti BIM univocamente definiti a questi ultimi dovranno essere associati oltre agli attributi necessari alla classificazione anche quelli riferiti alle altre informazioni rilevanti.

Gli attributi informativi, qualitativi e quantitativi che è possibile associare a ciascun oggetto BIM fanno riferimento principalmente a caratteri classificatori (definiscono il tipo di oggetto di cui si tratta, categoria, tipologia, ad esempio una porta a battente piuttosto che una scorrevole) e caratteri identificatori (definiscono le proprietà di quel determinato oggetto, ovvero la funzione, la geometria, le prestazioni, le dimensioni, il materiale ed altri parametri intangibili personalizzati quali un link alla scheda tecnica, indicazioni sullo stato di

manutenzione e sulle verifiche da effettuare, il nome dello specialista responsabile che lo ha realizzato digitalmente).

I livelli di sviluppo della classificazione e delle altre informazioni associate a ciascun oggetto BIM devono essere ottimamente calibrati alle reali esigenze espresse nei requisiti della committenza. Ad esempio, in Italia la Norma UNI 11337 stabilisce che il committente indichi in maniera esplicita e quantificabile i requisiti da rispettare per il contenuto informativo, gli oggetti BIM con i loro attributi e i relativi LOD all'interno del Capitolato Informativo.

Generalmente, i requisiti e gli usi dei sistemi di codifica, classificazione e denominazione, vengono definiti (in maniera esplicita e quantificabile) seguendo due possibili percorsi (gli stessi valgono anche per i LOD degli oggetti e gli attributi delle librerie di oggetti):

- Nel primo caso, il committente all'inizio del processo edilizio specifica nel Capitolato Informativo quali di questi sistemi devono essere utilizzati per gestire la semantica del progetto durante le varie fasi del processo,
- Nel secondo caso, il committente, all'interno del capitolato informativo, richiede a ciascun affidatario di definire i sistemi di gestione della semantica del progetto all'interno dei propri oGI (offerta di gestione informativa) e pGI (piano di gestione informativa).

Ulteriormente, qualora vengano utilizzati Sistemi di Classificazione personalizzati, la norma richiede di specificare i criteri seguiti nella redazione degli stessi.

A seconda delle esigenze, degli obiettivi e dei requisiti è possibile anche impiegare più di un sistema di classificazione alla volta (all'interno del modello informativo) per caratterizzare il progetto nelle sue varie sfaccettature e discipline interessate.

Nella Norma UNI 11337 (dopo numerose interrogazioni tra i partecipanti ai tavoli di lavoro per la redazione), in merito ai sistemi di classificazione ed ai livelli di sviluppo di ciascun oggetto BIM si è convenuto che una buona soluzione, per

rispondere alla necessità di individuare univocamente l'oggetto BIM considerato e stabilirne gli attributi appropriati, sia quella di associarlo al livello di sviluppo (LOD) a lui assegnato ed alla rispettiva fase del ciclo di vita (cioè, ad un oggetto BIM con LOD "basso" viene associato un sistema identificativo ridotto, ad uno con livello di sviluppo superiore, invece, vengono integrate ulteriori informazioni).

Questo approccio consente di fare chiarezza e ordine all'interno del progetto, ma in particolar modo di non sovraccaricare di informazioni gli elementi costruttivi rispetto alla fase in cui si trovano.

Qualora sia necessario, per rendere più flessibile la connessione tra qualsiasi elemento che è possibile disegnare all'interno dei software di BIM Authoring e le categorie IFC, viene consentito di impostare una mappatura personalizzata della classificazione IFC per il singolo oggetto BIM.

Infatti, l'IFC (Industry Foundation Classes), oltre ad essere un formato di interscambio neutrale e il "cuore" dell'OpenBIM, è anche un sistema di classificazione. L'IFC permette la comunicazione tra diverse discipline specialistiche che utilizzano diversi software e grazie anche al fatto di essere un formato aperto rappresenta uno dei tre principali (IFC, IFD, IDM) standard a garanzia dell'interoperabilità nei processi BIM.

All'interno del modello informativo il binomio univocità e codifica di ciascun oggetto BIM consente di realizzare dei database degli elementi costituenti le diverse parti dell'organismo edilizio. Queste banche dati possono essere utilizzate dai diversi professionisti interessati per sviluppare delle regole di calcolo, interrogare il modello, effettuare delle simulazioni, delle analisi, dei monitoraggi, supportare gli addetti agli interventi di manutenzione, etc.

2.8. Il BIM e il concetto di lifecycle: dal progetto al cantiere

La costruzione di un'opera edile, generalmente, prevede le seguenti fasi:

- Programmazione (Esigenze, Fattibilità, Sostenibilità)

- Progetto preliminare
- Progetto definitivo, analisi
- Progetto esecutivo, documentazione
- Costruzione, collaudo, consegna
- Esercizio (gestione e manutenzione)
- Recupero, Restauro
- Dismissione (demolizione, smaltimento e riciclo).

L'insieme di queste fasi costituisce il ciclo di vita dell'opera, ad eccezione delle ultime due fasi: quella di recupero o restauro innesca un nuovo ciclo, quella di dismissione ne sancisce il completamento.



Figura 14: Fasi del ciclo di vita di un'opera edile e proposte per l'accrescimento della sua sostenibilità – Fonte: Sacks, Rafael; Eastman, Chuck; Lee, Ghang; Teicholz, Paul. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers. Wiley.

Con il crescente aumento dei requisiti legati all'ambiente, alla sostenibilità, alla sicurezza della società, alla disponibilità di informazioni e dati chiave aperti, l'introduzione del BIM al livello di maturità 4 (relativamente alla Norma UNI 11337) a supporto dei sistemi informatici tradizionali fornisce una piattaforma per gestire l'intero ciclo di vita dell'opera edile.

Il BLM (Building Lifecycle Management) col supporto del BIM adatta il principio generale introdotto dal PLM (Product Lifecycle Management, emersa negli anni '80 nel settore automobilistico) e lo applica all'industria delle costruzioni.

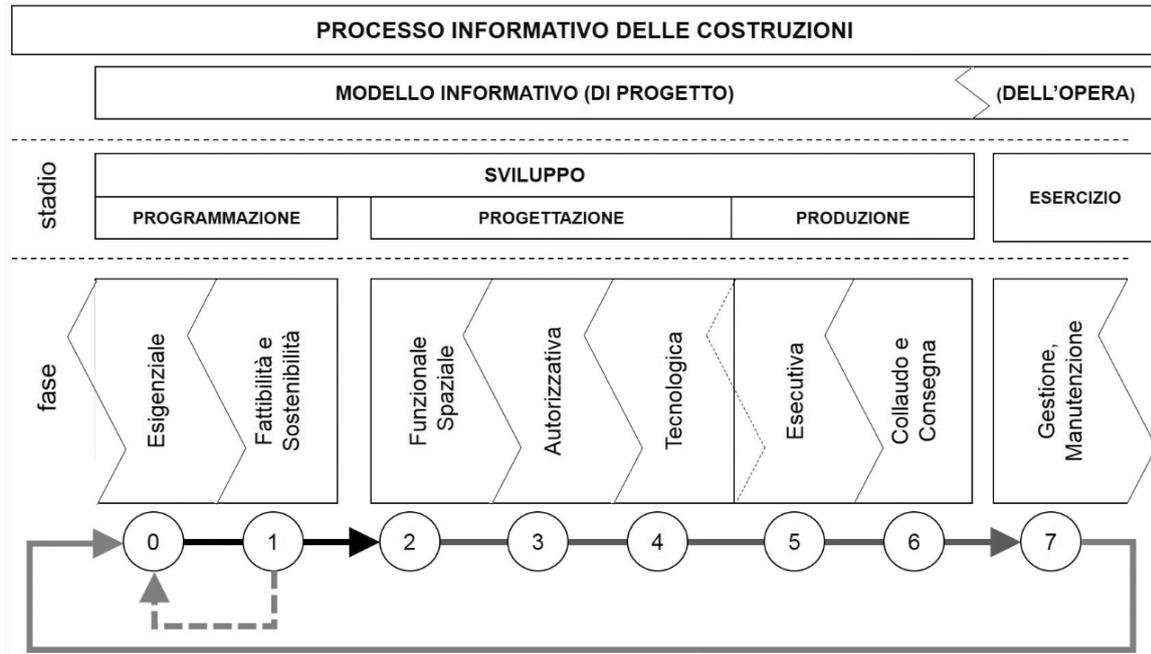


Figura 15: Processo informativo delle costruzioni [Fonte Norma UNI 11337-1]. Lo schema espone come al raggruppamento di diversi stadi (costituenti lo sviluppo) corrisponde un “modello informativo di progetto”; proseguendo, allo stadio di esercizio è associato il “modello informativo dell’opera”.

“La Gestione del ciclo di vita del prodotto (PLM) è un approccio strategico alla gestione dei processi, delle informazioni e delle risorse a supporto del ciclo di vita di prodotti e servizi, dalla loro ideazione, allo sviluppo, al lancio sul mercato, al ritiro.”

L’approccio PLM si basa sull’integrazione di un insieme di tecnologie (tra le quali quella informatica), di metodologie di organizzazione del lavoro collaborativo e di processi definiti ed ha l’obiettivo di ottimizzare tempi, costi, rischi aumentando la qualità e riducendo gli sprechi nelle differenti fasi della filiera produttiva. Per raccogliere, ordinare ed estrapolare dati e informazioni relative ai prodotti durante questa metodologia di lavoro utilizza una banca dati comune condivisa. Nella “Gestione del ciclo di vita dell’edificio” (BLM) l’ACDat (secondo la Norma UNI 11337, o il CDE nella Norma Inglese PAS 1192) costituisce l’ambiente di condivisione dati, cioè un sistema per gestire i dati e le informazioni relative agli elementi costruttivi (virtualizzati come oggetti BIM) delle opere edili, i processi e

le comunicazioni tra i diversi attori coinvolti, durante tutto il ciclo di vita dell'opera.

Questa piattaforma cloud è basata sugli oggetti pertanto, permette di gestire, interrogare, condividere, aggiornare ciascun oggetto dei possibili molteplici progetti presenti con un insieme di strumenti appartenenti a discipline diverse.

Di seguito, si elencano ulteriori vantaggi dell'applicazione dell'approccio BLM:

- La possibilità di raccogliere, organizzare all'interno di un unico database tutti i dati e le informazioni
- La possibilità di rielaborare e riutilizzare le informazioni del database
- Lavorare in maniera interoperabile consente di minimizzare la perdita di dati, le rilavorazioni e di ridurre gli errori
- L'interoperabilità e lo scambio dei dati avvengono principalmente attraverso l'utilizzo dei formati aperti IFC e BCF
- Qualora disponibili, attraverso l'impiego di APIs (Application Programming Interface) nell'ACDat è possibile effettuare collegamenti diretti e scambi di dati anche con file proprietari
- Utilizzando i modelli BIM si riduce il rischio finanziario associato al progetto grazie alla possibilità di disporre di computi metrici estimativi sempre aggiornati, più precisi ed affidabili rispetto ai tradizionali (ciò è realizzabile seguendo più strade: integrando le informazioni all'interno del modello e gestendole, all'interno dei software di BIM Authoring e dei file excel collegati al modello, ma anche trasmettendoli assieme al modello in formato aperto IFC a dei BIM tools appositamente studiati per gestire i tempi e i costi (ad esempio STR Vision CPM)
- Consente di verificare la conformità del progetto rispetto ai requisiti stabiliti dal committente e previsti dalle norme
- Supporta il mantenimento della accuratezza dei modelli BIM as-built consentendo di integrarli con le modifiche e gli aggiornamenti apportati sull'opera.
- Permette di ottimizzare gestione e manutenzione dell'opera durante la fase di esercizio attraverso l'acquisizione del modello as-built (realizzato

durante la fase di costruzione, verificando in corso d'opera la corrispondenza degli elementi costruttivi tra come sono effettivamente realizzati in cantiere rispetto al progetto esecutivo e registrando le modifiche sul modello) integrato dalle informazioni sulle attrezzature e gli impianti, ed eventuali ulteriori modifiche (avvenute in seguito alla realizzazione) per ottenere il modello as-is, ovvero dello stato di fatto.

Le principali criticità sono le seguenti:

- Con le attuali tecnologie e consuetudini nei processi dell'industria delle costruzioni, le informazioni sono ancora immesse e gestite da differenti sistemi e attori nelle diverse fasi del progetto
- Anche per questo metodo esiste la possibilità che si verifichino delle perdite di dati
- Affinché possa essere sfruttato l'intero potenziale che offre il BIM, è necessario apportare dei cambiamenti significativi ai processi attualmente in uso

Altre applicazioni BIM nel ciclo di vita, in fase di sviluppo, sono:

- l'integrazione di grafici e apparecchiature di monitoraggio supportate sia dai modelli BIM che dai sistemi di Facility Management
- l'uso di sensori connessi a Internet (Internet of Things, IoT) collegati ai sistemi di automazione degli edifici per il monitoraggio delle loro prestazioni (e in caso di feedback negativi progettare interventi correttivi)
- la redazione di nuove forme di contratto in grado di gestire l'impiego di processi e tecnologie collaborative basate sul BIM (ad esempio l'IPD, o relativamente alla norma UNI 11337 il Capitolato Informativo) nei progetti.

2.9 L'informazione nel modello digitale: i LOD

“Nelle teorie generali della comunicazione, un'informazione ha tanto più valore quanto più è potenzialmente utile per i propri fruitori, per le loro molteplici finalità.

Questa valenza permane anche nel settore delle costruzioni, dove l'importanza del dato e della sua accessibilità sono divenuti elementi imprescindibili della digitalizzazione del progetto.” – Ing PhD Simone Garagnani ²¹

Uno dei principi sui quali si basa il BIM è la gestione, consapevole, del contenuto informativo associato al modello informativo digitale. Con l'evolvere del processo edilizio il database delle informazioni dell'opera edile varia in termini qualitativi e quantitativi.

L'impiego di ambienti collaborativi digitali, se implementati in maniera regolamentata, efficace ed efficiente, consente agli attori coinvolti nei differenti stadi e fasi del ciclo di vita dell'opera di scambiare dati e informazioni leggibili, integrabili, stabili (cioè coerenti al livello di evoluzione dei modelli e degli oggetti digitali che li compongono, in ciascuna fase di progetto) e di farlo in maniera coordinata, tutelando le differenti proprietà intellettuali, rendendo evidenti le responsabilità di ciascuno.

Il livello di dettaglio degli oggetti del modello informativo aumenta con l'evolversi delle fasi di progetto in funzione degli obiettivi, delle richieste della committenza (esplicitate nel Capitolato Informativo) e degli usi previsti per ciascun modello.

La relazione tra il concetto di ciclo di vita di un edificio e dei differenti contenuti informativi necessari per descriverlo è stata introdotta dall'associazione buildingSMART (precedentemente chiamata AIA, International Alliance for Interoperability).

In Italia, l'utilizzo di criteri (da definire all'interno del Capitolato Informativo) legati ai LOD nella condivisione del contenuto informativo e dei modelli informativi all'interno dell'Ambiente di Condivisione Dati (ACDat) è trattato nella Norma UNI 11337 ed ha preso spunto dal BEP (BIM Execution Plan), dai LOD e dal

²¹ Fonte: <https://www.ingenio-web.it/5662-i-livelli-di-sviluppo-lod-nel-progetto-digitalizzato>, Articolo “I Livelli di Sviluppo (LOD) nel progetto digitalizzato: La misura dell'informazione all'interno del percorso BIM”, 23/05/2016

Common Data Environment (CDE) regolamentati dalle norme PAS 1192 e successivi aggiornamenti del Regno Unito.

L'acronimo LOD utilizzato nella Norma UNI 11337 italiana (analogamente ai sistemi di riferimento di Inghilterra e Stati Uniti, sebbene con livelli differenti), si riferisce alla terminologia inglese "Level Of Development", cioè al Livello di sviluppo degli oggetti. Più in dettaglio, uno schema LOD definisce la misura dell'approfondimento, della stabilità e dell'affidabilità del contenuto informativo (attributi grafici e non) di ciascun oggetto del modello informativo digitale in funzione della rilevanza (in termini di obiettivi e usi previsti dei modelli) per le differenti fasi di sviluppo del progetto.

L'insieme degli attributi geometrici (LOG – Level of Geometry) e degli attributi informativi (LOI – Level of Information) associati ad un oggetto del modello informativo digitale definisce il suo livello di sviluppo (LOD).

Lo scambio bidirezionale di questi attributi tra le diverse figure coinvolte è possibile grazie a protocolli e standard (a livello mondiale) esistenti, quali il formato aperto di interscambio IFC e COBie (è un formato che permette lo scambio di informazioni non grafiche; è leggibile e modificabile attraverso l'impegno di tradizionali fogli di calcolo Excel; aggiornato nel 2010 alla versione COBie2, nel 2011 è stato inserito, dal NIBS all'interno dei National BIM Standard (NBIMS-US).

Un LOD, dunque, non si riferisce al solo numero di informazioni o al livello di dettaglio geometrico, ma, chiarisce quali informazioni hanno a disposizione e possono condividere i diversi attori per gestire ciascuna fase del processo edilizio.

I contenuti informativi presenti nei modelli, negli oggetti e negli elaborati devono rispettare dei requisiti minimi di qualità, quantità, natura, tipologia (per essere coerenti ai differenti ambiti disciplinari) e denominazione dei modelli.

Questo tipo di approccio progettuale permette di:

- effettuare pianificazioni e valutazioni più consapevoli riguardo l'impegno di risorse richiesto durante l'evolversi della commessa

- ridurre le incomprensioni legate alla condivisione di dati e informazioni, e di conseguenza anche i loro effetti (rilavorazioni, prodotti ridondanti, contraddittori tra le parti, etc.).

Nel caso di interventi sul patrimonio edilizio esistente, questo sistema di schematizzazione a livelli gerarchici crescenti del contenuto informativo degli oggetti risulta particolarmente rilevante perché dalla diagnosi dei dati disponibili (ad esempio delle stratificazioni degli interventi avvenuti in passato), assieme alle ulteriori possibili analisi (già eseguite ed ulteriori eseguibili) e ai differenti interventi permette di mantenere una visione di insieme dell'opera edile studiata. Una strategia per gestire la complessità determinata da una crescita di conoscenza così significativa può essere quella di sviluppare in maniera più accurata il contenuto informativo degli oggetti più rilevanti e utilizzare dei livelli di approfondimento delle informazioni più snelli per gli elementi costruttivi meno influenti, onde evitare di sovraccaricarli inutilmente. In ogni caso, il contenuto informativo degli oggetti del modello deve essere almeno adeguato al raggiungimento degli obiettivi (a livello di quantità e qualità) e alla specifica disciplina (per natura e tipologia dei dati). Ciascun livello di sviluppo (LOD) dell'oggetto dispone di tutto il contenuto informativo del livello precedente, ma non è dotato di tutti i requisiti richiesti dal successivo.

Inoltre, i dati e le informazioni degli elementi costruttivi possono essere archiviati in differenti modi:

- all'interno degli oggetti del modello digitale
- all'esterno degli oggetti del modello digitale, distribuiti tra più fonti e database
- nelle schede informative digitali.

I livelli di approfondimento e stabilità dei dati e degli oggetti (LOD) relativi alla Norma UNI 11337-4 sono:

LOD A – oggetto simbolico

LOD B – oggetto generico

LOD C – oggetto definito

LOD D – oggetto dettagliato

LOD E – oggetto specifico

LOD F – oggetto eseguito (generalmente contenuto nel modello as-built)

LOD G – oggetto aggiornato (generalmente contenuto nel modello as-is)

Due ulteriori aspetti rilevanti (trattati dalla Norma UNI 11337-4) al fine di comprendere il funzionamento dei LOD lungo le diverse fasi del processo progettuale sono gli stati di lavorazione (riferiti ad una logica di processo sequenziale) e di approvazione del contenuto informativo degli oggetti, dei modelli e degli elaborati. I LOD sono definiti solo nel caso in cui il contenuto informativo è stabile.

In particolare, gli “stati di lavorazione” del contenuto informativo si dividono nei seguenti livelli:

L0 – quando il contenuto informativo è “in fase di elaborazione / aggiornamento”

L1 – “in fase di condivisione”

L2 – “in fase di pubblicazione”

L3 – “archiviato”, suddiviso in:

- L3.V – “valido”
- L3.S – “superato”

Invece, i 4 “stati di approvazione” del contenuto informativo sono:

A0 – “da approvare”

A1 – “approvato” con esito positivo

A2 – “approvato con commento”

A3 – “non approvato”.

2.10. Strumenti software attuali nella modellazione informativa

Attualmente, gli strumenti applicativi di progettazione BIM fanno uso della modellazione parametrica basata sugli oggetti²².

I parametri e le proprietà di ciascun oggetto possono riferirsi anche ad altri oggetti, possono essere aggiornati automaticamente a seconda degli input dell'utente.

L'utilizzo di oggetti parametrici, inoltre, consente di modellare geometrie complesse, fino a qualche tempo fa inaccessibili.

All'interno dei software BIM delle principali case produttrici dell'Industria delle Costruzioni sono presenti, a disposizione degli utenti, degli insiemi di classi di oggetti di base, in genere, modificabili e ampliabili (sia in termini di contenuti, che di ulteriori nuove classi).

In ciascuna classe di oggetti è possibile integrare un numero qualsiasi di istanze di oggetti, con parametri variabili e adattabili al contesto in cui vengono inseriti.

Un insieme di classi di oggetti prende il nome di "libreria di oggetti BIM".

Inoltre, il comportamento di progettazione è l'insieme delle modalità secondo le quali un oggetto si aggiorna al variare del contesto in cui si trova.

In altre parole, le classi di oggetti e i loro comportamenti definiscono le interazioni sussistenti tra i vari oggetti correlati (ad esempio, un oggetto finestra per essere inserito nel modello richiede la presenza di un muro adatto a contenerlo).

Infine, per effettuare analisi, stime dei costi e utilizzare altri strumenti software gli oggetti BIM devono disporre di attributi specifici.

I software di BIM authoring e loro oggetti di base si focalizzano a incorporare le convenzioni e gli standard riconosciuti per la disciplina specialistica alla quale si rivolgono. In generale, nelle piattaforme BIM gli oggetti vengono rappresentati in 3D e le rispettive viste 2D vengono estratte dal modello 3D digitale.

Questi strumenti tra loro variano in molteplici aspetti:

²² si tratta di una modalità di rappresentazione degli oggetti basata su parametri e regole che, potenzialmente, sono in grado di determinare automaticamente la geometria, le proprietà, le caratteristiche non geometriche.

- nelle modalità con le quali vengono realizzati e, in seguito, aggiornati gli oggetti di base
- nella configurazione delle nuove classi di oggetti
- nelle tipologie di forme e superfici gestibili
- nella capacità di gestire la scalabilità (un numero elevato di oggetti, progetti complessi)
- nell'interfacciarsi con i differenti BIM tools
- nel gestione e compatibilità con librerie di oggetti esterne.

Ad oggi le diverse piattaforme di BIM authoring non possono scambiare tra loro i modelli in maniera diretta. L'assenza di interoperabilità tra i modelli informativi nei differenti formati proprietari è dovuta al fatto che ciascun programma di progettazione BIM al suo interno definisce gli oggetti predefiniti e i loro comportamenti in maniera differente.

Inoltre, questi software differiscono anche per le regole che utilizzano per identificare le famiglie di oggetti. Questa serie di problematiche non riguarda gli oggetti a geometria fissa, ma sono presenti in quelli parametrici; pertanto, se la geometria di oggetto viene accettata e resa fissa, e si vanno a rimuovere le regole che ne definiscono il comportamento allora sarà possibile trasferirlo da un programma di BIM authoring ad un altro (ad esempio da Revit ad ArchiCAD). Il supporto alle definizioni parametriche, se correttamente preimpostate, è invece possibile utilizzando il formato di interscambio di dati aperto IFC. La questione ancora aperta, che richiederebbe l'accordo tra le case produttrici di software nell'adozione di uno standard comune per arrivare alla soluzione, è la definizione di oggetti, strutturati secondo criteri condivisi, contenenti sia le informazioni geometriche che quelle di definizione dei comportamenti. I software di BIM authoring sono generalmente organizzati in una struttura top-down, ovvero con una struttura gerarchica ad albero su più livelli che parte dal prodotto e lo scompone nelle sue componenti elementari (PBS). La gamma di funzioni possibili con questi programmi è tutt'ora in sviluppo.

Pertanto, la scelta del pacchetto software deve essere valutata molto attentamente perché in genere comporta l'impiego di sostanziali risorse economiche e di tempo (per l'apprendimento e la formazione nella nuova metodologia di lavoro e nell'interfaccia utente dei diversi applicativi), ma anche la preventiva valutazione delle funzionalità che consente oggi, delle librerie di oggetti disponibili, del percorso di sviluppo previsto dalla casa produttrice e del servizio di assistenza che offre.

Quanto sopra riportato consente di inquadrare una panoramica delle funzionalità alla base degli strumenti software utilizzati nel processo BIM.

Di seguito, invece, si riporta un elenco delle principali tipologie di applicazioni software BIM e dei loro usi.

BIM tool: Questi programmi sono in grado di comunicare bidirezionalmente con i software di BIM authoring ed elaborare i dati che ricevono per eseguire specifiche azioni, analisi, simulazioni, a supporto del processo BIM. In questa categoria rientrano anche le applicazioni plug-in di terze parti.

Alcuni esempi in cui vengono utilizzati questi software sono: come strumenti per stimare i costi (per eseguire dei computi metrici estimativi), per gestire gli attributi informativi del modello (ad esempio con Excel), per verificare la qualità e la correttezza del modello, per visualizzare e navigare all'interno dei modelli informativi in formato IFC, per effettuare rendering, per gestire le strutture, per effettuare analisi energetiche, simulazioni della risposta della struttura al vento, energetiche, etc.

BIM authoring: Con queste applicazioni di progettazione è possibile generare informazioni (geometriche e non) per una varietà di finalità e usi; si basano sulla modellazione parametrica ad oggetti e gestiscono la realizzazione dei modelli digitali, le informazioni che possono contenere e la loro integrità. Al loro interno possono contenere una varietà di applicazioni oltre alle funzionalità di modellazione parametrica degli oggetti nelle tre dimensioni dello spazio (ad esempio possono integrare un motore di render, uno strumento per eseguire delle analisi di model checking o code checking).

Inoltre, all'interno della stessa piattaforma possono essere presenti più insiemi di interfacce grafiche e librerie di oggetti a seconda delle funzionalità più rilevanti per realizzare determinati modelli (ad esempio all'interno di Allplan 2019 è possibile passare dall'interfaccia dedicata all'architettura a quella di ingegneria, o anche a quella specifica per la realizzazione dei ponti).

Alcuni esempi dei programmi ad oggi più diffusi sono: Autodesk Revit, Graphisoft ArchiCAD, Nemetschek Allplan, i pacchetti Bentley, Digital Project, etc.

Server BIM:

Per server BIM si intende un sistema di gestione dei database basati sugli oggetti; perciò, differisce dagli attuali sistemi di gestione dati dei progetti che sono invece basati sui file di progetto.

La struttura basata sugli oggetti dei Server BIM consente, simultaneamente, a differenti applicazioni di interrogare, trasferire, gestire, aggiornare i singoli oggetti all'interno del progetto rispettando precisi criteri di assegnazione degli stessi.

Ambiente BIM:

Questo strumento è costituito da un insieme di programmi BIM (BIM tool, BIM authoring, server, librerie) collegati tra loro per supportare, durante la progettazione, ma anche in seguito, lo scambio di più informazioni e flussi di lavoro in contemporanea.

L'ambiente BIM è stato pensato per facilitare il dialogo tra la molteplicità di piattaforme, di modelli digitali delle differenti discipline e nel coordinamento delle comunicazioni tra i vari attori. Inoltre, questo sistema permette di gestire e trasferire al suo interno un maggior numero di informazioni (ad esempio, schede tecniche, immagini, video, manuali, etc.) rispetto ai dati del modello. Le piattaforme di BIM authoring non sono configurate per supportare una così ampia varietà di informazioni. A supporto del funzionamento, come "contenitore" dove archiviare i dati dell'ambiente BIM, interviene il server BIM. A seconda delle funzionalità desiderate e delle esigenze del soggetto interessato, dell'azienda, dell'Ente, dell'Istituzione il server potrà essere di proprietà o anche

ospitato sul cloud (ad esempio tramite il servizio AWS) o in server dedicati mantenuti direttamente dalla casa produttrice dell'Ambiente BIM.

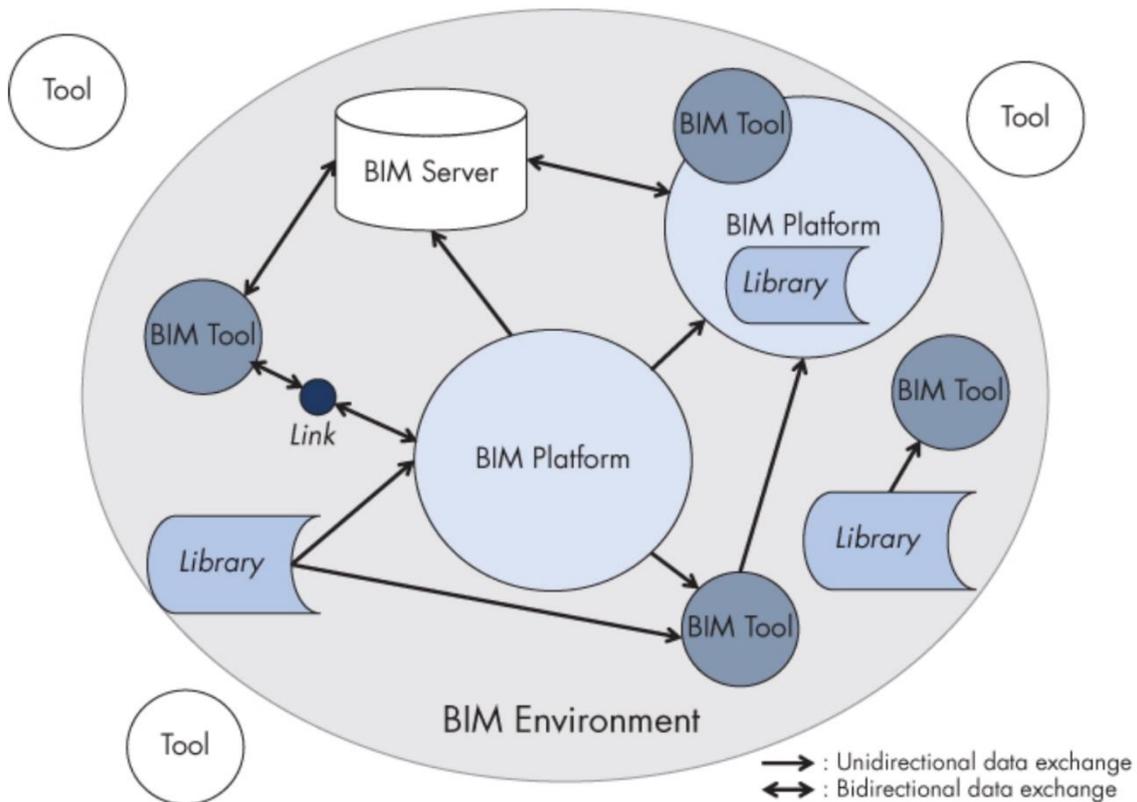


Figura 16: Schematizzazione del funzionamento e delle relazioni attuabili tra i differenti strumenti software nello scambio dei dati all'interno di un Ambiente di Condivisione Dati BIM.²³

²³ Fonte: Sacks, Rafael; Eastman, Chuck; Lee, Ghang; Teicholz, Paul. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers. Editore Wiley, 2018

3. La digitalizzazione degli edifici esistenti

3.1. Le fasi del processo di conoscenza dell'opera: il rilievo informativo

Il percorso di acquisizione e il livello di approfondimento delle informazioni e della conoscenza dello stato di fatto di un'opera esistente è regolato all'interno del documento contrattuale della commessa (il Capitolato Informativo), generalmente stipulato tra il soggetto proponente (il committente) e il soggetto contraente (l'affidatario).

All'interno del Capitolato Informativo il committente definisce le sue esigenze, gli usi, gli obiettivi e il livello di sviluppo dei modelli consentendo così l'identificazione della precisione richiesta nei rilievi a supporto della ricostruzione digitale dell'edificio esistente.

I contendenti all'incarico di contraente propongono ciascuno la propria offerta di gestione informativa (oGI), in seguito l'aggiudicatario della commessa propone al committente il piano di gestione informativa (pGI) all'interno del quale specifica come intende ottemperare alle richieste e ai requisiti ricevuti.

L'esecuzione del rilievo metrico su un'opera dell'edilizia esistente consente di ricostruirla in un modello discreto ottenuto misurando le posizioni nello spazio dei suoi punti più rilevanti.

Il rilievo metrico può essere eseguito utilizzando tre metodi di lavoro che prevedono processi e strumentazioni differenti:

- il rilievo diretto
- il rilievo strumentale
- il rilievo indiretto.

Nell rilievi degli edifici esistenti è possibile sfruttare una combinazione di queste tecnologie a seconda dei livelli di precisione richiesti nella fase in cui l'attore interessato si trova.

Il metodo di rilievo diretto (longimetrico) prevede l'utilizzo da parte dell'operatore di semplici strumenti di misura, quali cordella metrica, metro rigido, filo a

piombo, distanziometro laser, livella a bolla. Questo procedimento è generalmente impiegato nei rilievi architettonici come “base di partenza”; qualora fosse richiesta maggiore precisione o un ampliamento della densità di informazioni estraibili dal campionamento di punti significativi durante le fasi di ricostruzione del modello dell’edificio è possibile integrare questo sistema con altre procedure più avanzate (rilievo strumentale e quello indiretto).

Alcune delle principali tecniche di misurazione avanzata, per rappresentare lo spazio e coglierne delle informazioni con livelli crescenti di precisione, sono quelle di rilievo architettonico ad alta definizione. Queste metodologie possono essere passive (topografia, fotogrammetria digitale “tradizionale” e aerea, microscopia confocale) o attive (tramite scansioni laser di vario tipo: a triangolazione, a tempo di volo, a differenza di fase).

Tra le tecniche passive, la fotogrammetria digitale è una scienza che si basa su un approccio dove l’acquisizione delle informazioni avviene da delle immagini, cioè consente di effettuare misure accurate delle caratteristiche geometriche di un oggetto utilizzando (come linguaggio per ricostruirlo digitalmente) una combinazione di fotografie che lo inquadrano da diverse posizioni rispettando precisi criteri.

Tra quelle attive, che invece seguono un approccio legato a delle nuvole di punti, il Tempo di volo (Time of Flight, ToF) è un metodo col quale si misura la distanza tra il sensore dello strumento e l’oggetto bersaglio. Nota la differenza di tempo tra l’istante di tempo in cui viene emesso il segnale e quello in cui il segnale ritorna al sensore (dopo essere stato riflesso dall’oggetto colpito), dividendo questo intervallo di tempo a metà e moltiplicandolo per la velocità della luce è possibile ottenere la misura della distanza.

Nel processo di conoscenza di un’opera la ricerca parte generalmente con il sopralluogo e l’esecuzione del rilievo geometrico, simultaneamente alle ricerche per la collocazione temporale e geografica (ricostruendone gli sviluppi cronologici storici, urbani e territoriali).

Già durante queste prime fasi risulta fondamentale riuscire a individuare l'insieme delle componenti costruttive elementari che costituiscono la geometria, le tecnologie costruttive, l'evoluzione storica e le eventuali stratificazioni degli interventi succedutisi nel tempo.

Il rilievo delle opere dell'edilizia esistente può essere eseguito seguendo metodi tradizionali o ad alta definizione.

I rilievi geometrici tradizionali vengono impiegati perché permettono di costruire un modello discreto del complesso edilizio (o di una sua porzione) attraverso il rilevamento della posizione nello spazio dei punti dell'oggetto ritenuti più significativi.

Ciascun rilievo è costituito da 2 periodi:

- La "fase di campagna", durante la quale si procede al sopralluogo conoscitivo dell'edificio, vengono redatti il progetto del rilievo, degli eidotipi effettuati sul posto (per raccogliere le informazioni dimensionali dell'oggetto) e prelevate le misure con l'impiego di specifici strumenti;
- La "fase di restituzione", durante la quale vengono rielaborati i dati raccolti nella fase precedente, in forma cartacea e digitale.

Per agevolare le operazioni della fase di campagna e della successiva restituzione, è buona pratica:

- dotarsi di una planimetria per impostare l'eidotipo in pianta, individuare una scala adeguata allo schizzo in funzione delle dimensioni principali e della complessità del fabbricato oggetto di studio;
- individuare la quota alla quale si intende rappresentare la pianta in modo da individuare le aperture (idealmente, ad un'altezza tra la soglia e l'architrave);
- svolgere il rilievo assicurandosi di inserire il massimo numero di informazioni, osservazioni ed annotare tutte le operazioni effettuate sul luogo in modo che il documento redatto risulti leggibile a tutti.

Per misurare le lunghezze delle varie componenti dell'oggetto si ricorre all'impiego di due procedimenti, il metodo delle misure progressive e quello delle

misure parziali (partendo in ciascuno dei due casi da uno zero prefissato nella pianta).

Il “metodo delle misure progressive” determina le distanze dei singoli punti partendo da un unico punto di riferimento.

Il “metodo delle misure parziali” rileva la distanza tra ogni coppia di punti e richiede sempre anche l'accertamento della misura totale della porzione analizzata.

Per determinare correttamente la posizione reciproca dei punti significativi dell'edificio è necessario che l'operatore definisca il Sistema di Riferimento rispetto al quale eseguirà le misure così da consentire di collegare la fase di campagna a quella di restituzione.

Per definire il Sistema di Riferimento si ricorre al tracciamento di una poligonale (ovvero una linea spezzata chiusa o, qualora questa possibilità non sia percorribile, aperta); questa viene utilizzata come supporto per le operazioni di trilaterazione e per collegare i rilievi generali a quelli di dettaglio, attraverso i capi saldi.

Al fine di definire correttamente il sistema di riferimento è indispensabile individuare opportuni piani paralleli e ortogonali; questo accorgimento permette al rilievo di non risultare invalidato dalle irregolarità delle geometrie dell'oggetto. La poligonale di riferimento per il rilievo delle piante deve essere contenuta in un piano livellato (in genere situato ad un metro circa dal piano di calpestio e tale da consentirgli di intersecare anche le aperture).

Ci si avvale del piano di livellazione anche quale riferimento per la misura delle altezze dei vani e per individuare le eventuali pendenze esistenti del piano di calpestio.

Un metodo tradizionale e poco costoso, ma comunque accurato, per individuare il piano di calpestio è l'utilizzo della livella ad acqua e successiva apposizione di appositi segnali per individuarli, in alternativa esistono anche strumenti più rapidi e professionali quali laser a croce autolivellanti.

Una volta individuati i piani di livellamento, concatenandoli altimetricamente è possibile ricostruire una concatenazione verticale dell'intera costruzione.

Prima di procedere al rilievo delle piante, è buona regola stabilire l'ordine col quale si andranno ad effettuare le operazioni di misura al fine di ottenere una maggiore qualità, velocità e facilità di lettura dei risultati.

Per ridurre la propagazione degli errori si procederà al rilievo partendo dalle dimensioni generali (riguardanti le lunghezze maggiormente estese, atte a inquadrare per quanto possibile il perimetro), proseguendo fino al particolare (così come avviene, in genere, per la stesura degli eidotipi).

La figura geometrica impiegata nel metodo della trilaterazione è il triangolo, perché è indeformabile ed è possibile restituirlo graficamente semplicemente conoscendo la lunghezza dei tre lati.

Qualora del triangolo oggetto di studio si conosca la lunghezza di un lato e l'ampiezza degli angoli che sussistono su di esso, è possibile identificarlo univocamente e si parlerà del metodo della triangolazione. Oppure, è anche possibile individuare le dimensioni del triangolo note le lunghezze di due lati e l'ampiezza dell'angolo tra essi compreso.

Tramite il rilievo diretto per trilaterazione è possibile determinare anche oggetti di forme complesse; per fare ciò si procede a suddividere in triangoli impostati sulla poligonale tutti i lati dell'oggetto per il quale si desidera ricostruire il modello.

I triangoli devono essere, per quanto consentito dagli eventuali ostacoli presenti, equilateri o comunque il più possibile riconducibili a dimensioni analoghe dei tre lati e degli angoli. Questo accorgimento è importante perché utilizzando triangoli esageratamente acutangoli od ottusangoli la distribuzione dell'errore assume una direzione prevalente.

Eventuali problemi da ricondurre alle irregolarità degli ambienti da rilevare possono essere mitigati scegliendo un'adeguata geometria della trilaterazione; qualora le trilaterazioni vengano eseguite in singoli vani, per collegare questi alle altre porzioni del complesso è necessario ancorare almeno due vertici della rete di trilaterazione ad un allineamento (costituito da una poligonale aperta).

Per rilevare l'inclinazione tra le pareti adiacenti esistono delle procedure specifiche:

- in presenza di un angolo concavo, verranno fissati a piacere sulle pareti i punti 1 e 2, si eseguirà la trilaterazione rilevando e restituendo i lati del triangolo;
- in presenza di un angolo convesso, il valore dell'angolo è ricavato per sottrazione dall'angolo di 180° (si prolunga uno dei due lati con un regolo, successivamente su questo e sulla parete vengono fissati i punti 1 e 2 a piacere, infine tramite la trilaterazione vengono restituiti i lati del triangolo);
- se le misure dei lati del triangolo si trovano in rapporto 3, 4, 5 allora, per il teorema di Pitagora, l'angolo compreso tra i lati 3 e 4 sarà retto.

Le trilaterazioni possono essere:

- "a catena" (sono indicate per i vani con sviluppo prevalente in una direzione, ma possono essere soggette al problema della propagazione degli errori), nelle quali ciascun triangolo ha un solo lato in comune a quello adiacente;
- "a rete" (preferibili), nelle quali i lati in comune tra i triangoli adiacenti possono essere anche più di uno (in questo caso la configurazione della rete consentirà una maggiore distribuzione degli errori) o ancorate ad una base (in cui ogni triangolo sarà indipendente).
- "isodeterminate" se costituite da un numero di misure strettamente necessario e sufficiente a determinare la posizione di ciascuno dei vertici dei triangoli rilevati;
- "iperdeterminate" se costituite da un numero di misure superiore a quelle strettamente necessario e sufficiente a determinare la posizione di ciascuno dei vertici dei triangoli analizzati. Operare secondo questo criterio ha significato solamente se si applica una compensazione rigorosa delle misure tramite la teoria degli errori (metodo dei minimi quadrati); diversamente la probabilità di errore aumenterà.

Il metodo di rilievo diretto (longimetrico) per trilaterazione prevede l'utilizzo da parte dell'operatore di semplici strumenti di misura, quali cordella metrica, metro rigido, filo a piombo, distanziometro laser, livella a bolla e la progressiva realizzazione degli eidotipi. Questo procedimento è generalmente impiegato nei rilievi architettonici come "base di partenza"; qualora fosse richiesta maggiore precisione o un ampliamento della densità di informazioni estraibili dal

campionamento di punti significativi durante le fasi di ricostruzione del modello dell'edificio è possibile integrare questo sistema con altre procedure più avanzate (rilievo strumentale e quello indiretto). Esempi di tecniche di misurazione avanzata sono quelle del rilievo architettonico ad alta definizione; queste possono essere passive (topografia, fotogrammetria, microscopia confocale) o attive (tramite scansioni laser di vario tipo, a triangolazione, a tempo di volo, a differenza di fase).

Il rilievo strumentale viene eseguito con l'ausilio di strumenti topografici (stazione totale) e si basa sulla collimazione visiva di punti per definirne la posizione spaziale secondo le tre coordinate cartesiane. Viene, in genere, utilizzato come supporto ai rilievi diretto e indiretto, per rilevamenti di precisione, andamenti planimetrici estesi e punti inaccessibili. Una corretta configurazione e impiego consentono di collegare l'opera da rilevare alla rete topografica nazionale.

3.2. La raccolta dati: breve sintesi dei metodi in uso

Nel percorso di digitalizzazione dell'esistente, per descrivere lo stato dei luoghi attraverso la modellazione informativa rivestono un ruolo decisivo le indagini conoscitive.

In termini di scomposizione dell'opera nelle sue parti elementari è importante avvalersi di diversi metodi di acquisizione delle informazioni al fine di chiarire la stratigrafia, il comportamento della struttura, la composizione delle singole parti (strutturali e non) dell'edificio e ottenere una conoscenza il più possibile approfondita delle sue condizioni e caratteristiche dello stato di fatto aggiornato per valutarne le necessità ed i possibili interventi di manutenzione (ordinaria e straordinaria).

Il contraente, al fine di acquisire una conoscenza adeguata dell'opera esistente (in fase di esercizio) che gli consenta di svolgere il processo progettuale e programmare gli interventi richiesti dalla committenza, esegue delle ricerche e consulta differenti tipologie di fonti informative.

In genere, le principali tecniche di indagine utilizzate sono:

- sopralluoghi conoscitivi dell'area di intervento
- inquadramento urbano, territoriale, analisi e letture ambientali del contesto attorno (ad esempio, localizzazione geografica, indicazioni temporali degli spostamenti, aree inondabili, schemi funzionali con destinazioni d'uso degli edifici dell'intorno urbano, analisi dei vuoti e dei pieni, analisi della viabilità esistente e della gerarchia dei percorsi, analisi degli elementi geofisici rilevanti, analisi dei punti di interesse e delle viste preferenziali, flussi di persone per età anagrafica, cioè bambini, giovani, adulti, anziani che transitano durante un intervallo di tempo prestabilito)
- ricerche bibliografiche e archivistiche (di inquadramento urbano e territoriale, storico, per ricostruire le stratificazioni degli interventi passati, delle fonti informative originali)
- consultazione dei documenti digitali, cartacei, materici (relazioni, disegni, eidotipi, fotografie, immagini georeferenziate, file dwg, plastici) in possesso del committente / proprietario, depositati in comune, al catasto, richiedendoli direttamente all'impresa costruttrice (ove ancora in attività) o conservati presso altri enti
- prove e analisi in loco (dirette, ad esempio carotaggi, sondaggi in porzioni mirate del fabbricato, o indirette, cioè non invasive) già eseguite in passato, o da effettuare per completare la diagnosi dell'opera
- prove e analisi di laboratorio (distruttive e non).

Questa molteplicità di azioni (nel processo tradizionale) comporta che la raccolta del materiale in genere, avviene in maniera non organica, frammentata; ad esempio ciascuna impresa incaricata procede a reperire il materiale utile a adempiere alle sue lavorazioni, lo rielabora, fa delle aggiunte e una volta terminato il proprio lavoro non lo condivide.

Ad esempio, la ricerca storica può contenere una quantità significativa di informazioni, quali:

lo sviluppo dell'intorno, gli sviluppi cronologici del complesso, l'evoluzione delle destinazioni d'uso – funzioni, gli sviluppi cronologici succedutisi, la percezione

attuale dell'isolato, dell'opera inserita nel contesto, i prospetti geometrici, le pavimentazioni, l'analisi muraria, l'evoluzione delle configurazioni delle piante, il piano antincendio, le tavole acque prospetti e i precedenti progetti di recupero o di restauro delle superfici.

Una volta raccolte, analizzate, verificate, integrate, aggiornate, organizzate e catalogate, in genere, comparando queste fonti è possibile chiarire le diverse lacune conoscitive (ad esempio riguardanti la struttura, l'evoluzione temporale delle destinazioni d'uso, gli impianti, la distribuzione interna, etc.) che potevano essere presenti nelle fasi precedenti.

La raccolta, gestione e la trasmissione delle informazioni dei complessi edilizi esistenti interessati devono avvenire in modo da rendere trasparente agli attori coinvolti nel processo quali sono le reali conoscenze dello stato di fatto e il loro grado di aggiornamento.

Ulteriore aspetto non trascurabile è il saper individuare le informazioni realmente rilevanti per rispondere alle esigenze del committente e dell'organismo edilizio durante la fase di esercizio, per evitare delle diseconomie (derivanti dall'eccessiva mole raccolta, ma magari solo parzialmente utile) in termini di tempi, costi ed efficacia delle azioni (che si tratti di analisi, simulazioni o interventi sull'opera stessa).

La documentazione del fabbricato una volta acquisita viene selezionata, rielaborata e preparata per essere digitalizzata nel modello BIM al fine di restituirne una virtualizzazione condivisa e il più congruente possibile allo stato di fatto in cui si trova in quel momento.

3.3. Elaborazione dei dati

Una volta acquisito il materiale (la documentazione, le informazioni della raccolta dati) per poterlo utilizzare efficacemente è necessario selezionarlo ed organizzarlo.

In genere si verifica la corrispondenza tra il rilievo dello stato di fatto del fabbricato esistente, il materiale in possesso al committente e i documenti raccolti durante la fase di ricerca.

Inoltre, vengono analizzate le tecnologie costruttive utilizzate e si procede alla scomposizione ideale dell'edificio nelle sue parti e nei loro elementi costruttivi. Un ulteriore passaggio potrà prevedere la realizzazione di librerie degli elementi costruttivi dell'opera.

Tale metodo di analisi, qualora supportato da un'adeguata quantità di informazioni reperite durante la fase di ricerca, permette di ricostruire le trasformazioni, l'evoluzione temporale dei successivi interventi operati sull'opera esistente, le destinazioni d'uso e la gestione degli spazi.

In questo senso, il modello informativo BIM nel processo di digitalizzazione di un'opera esistente diventa un "contenitore" di informazioni (un indice per accedere alle informazioni collegate a ciascun oggetto BIM), un database al quale è possibile collegare ulteriori banche dati esterne ospitate su server (proprietary o presso terzi) o servizi cloud più avanzati per estendere la completezza, il monitoraggio e l'aggiornamento dei dati disponibili.

Per definire, organizzare, gestire e condividere correttamente le informazioni e la documentazione digitale del modello tra gli attori del processo, agendo coerentemente a quanto suggerito dalla Norma UNI 11337, è necessario implementare degli "Insiemi di Proprietà" (Property Sets) per ciascun elemento costruttivo (virtualizzato come oggetto BIM) del sistema edilizio.

Questi set di attributi, per adempiere al loro scopo, una volta sviluppati dovranno poter essere aggiornabili e condivisibili attraverso formati neutrali o di uso comune, quali principalmente: il protocollo aperto standard a livello mondiale per lo scambio delle informazioni nel processo BIM, cioè l'IFC, o anche tramite l'interfaccia di Excel grazie al formato COBie (e successivi suoi aggiornamenti).

Tramite la corretta definizione di questi attributi informativi e l'esportazione del modello digitale in formato IFC, inoltre, sarà possibile anche visualizzarli e

rielaborarli nei diversi software di visualizzazione disponibili sul mercato, piuttosto che sulle Piattaforme ACDat sul cloud, o nelle soluzioni di Facility Management già oggi disponibili e in grado di operare i propri interventi di gestione e manutenzione in fase di esercizio utilizzando come supporto il modello informativo As-Is dell'edificio in formato IFC.

Per operare con successo all'interno della commessa i professionisti delle differenti discipline necessitano di determinati standard per comunicare e collaborare tra di loro durante le varie fasi del processo BIM.

La realizzazione della classificazione globale degli oggetti BIM, di un sistema di nomi e l'assegnazione a ciascuno di questi di set di attributi adeguati alle richieste del committente, agli obiettivi del modello e alla fase di sviluppo in cui ci si trova il processo e la conoscenza di quell'oggetto costituisce la soluzione alle esigenze esposte subito sopra.

Utilizzando tale sistema è possibile identificare univocamente all'interno del modello informativo gli oggetti BIM e le loro caratteristiche per poter supportare nelle fasi successive del processo la redazione di computi metrici estimativi (che richiedono proprio l'identificazione univoca di ciascun elemento costruttivo), del diagramma di Gantt, della WBS, etc.

Una volta identificato l'oggetto, ad oggi, esistono diversi metodi per associargli determinate lavorazioni (da voci di un capitolato o da dei prezzari, a seconda delle esigenze o di quanto concordato tra le parti):

- in maniera più rapida, quasi semi automatica, attraverso specifici programmi BIM tool (ad esempio STR Vision CPM), software plugin interni ai programmi di BIM authoring (ad esempio Allplan BCM)
- attraverso la predisposizione di attributi specifici per le lavorazioni e il loro successivo inserimento manuale (procedimento più lento, con maggiori possibilità di compiere errori di trascrizione).

Le regole di calcolo dei listini nazionali o di capitolato non sono orientate agli oggetti. Pertanto, la necessità di dover associare le lavorazioni agli oggetti

emerge dal fatto che la strutturazione dei prezziari e delle voci dei capitolati non hanno una struttura basata sugli oggetti come invece presentano il formato IFC e i modelli informativi BIM prodotti coi software di modellazione parametrica basata sugli oggetti. Scomporre l'edificio nelle sue parti tramite una classificazione consente di gestire le lavorazioni e la loro pianificazione.

A seconda della fase del processo edilizio in cui ci si trova ad operare e degli obiettivi e usi previsti del modello la scomposizione del fabbricato nei suoi componenti elementari può presentare elementi costruttivi con livelli di sviluppo differenti a seconda delle richieste alle quali dovranno rispondere.

Ad esempio, un elemento costruttivo chiave, soggetto a manutenzioni periodiche programmate probabilmente presenterà un livello di sviluppo elevato; uno secondario che non necessita interventi frequenti o che non è cruciale per la prosecuzione del funzionamento dell'organismo edilizio potrà essere virtualizzato con un oggetto BIM con un livello di sviluppo (LOD) inferiore.

Questi accorgimenti vengono adottati per favorire la leggibilità, leggerezza e flessibilità del modello informativo; inoltre, permettono di ridurre i tempi che sarebbero necessari per virtualizzare tutti gli elementi costruttivi ad un elevato livello di sviluppo, pertanto consentono il contenimento dei costi necessari per realizzare il modello digitale dell'edificio esistente in fase di esercizio.

Pertanto, il processo sviluppato in questa tesi per classificare gli elementi costruttivi elementari in cui è scomposto il fabbricato esistente e selezionare i rispettivi insiemi di attributi informativi tenderà di rispettare i seguenti principi base:

- la flessibilità e la scalabilità (nel consentire aggiunte o modifiche, in maniera semplice, al sistema di classificazione e di identificazione degli attributi chiave proposti)

- la replicabilità (per mettere a disposizione una base dalla quale partire nell'identificazione univoca degli elementi costruttivi di un'opera edile esistente)
- del self-service (cioè di ridurre al minimo i colli di bottiglia durante le fasi di lavoro; ad esempio permettendo direttamente l'inserimento di un attributo di un prodotto dell'edilizia anche ai produttori tramite Excel)
- trasparenti (per fornire alle figure interessate in maniera chiara una "fotografia delle conoscenze effettive" disponibili sull'elemento costruttivo specifico).

Per scomporre l'edificio nelle sue parti elementari in maniera univoca per consentire successive analisi di costi e tempi (computi metrici estimativi, verifiche e programmazioni di interventi, richieste di offerte) il sistema di classificazione sviluppato in questa tesi considera l'organismo edilizio come un sistema termodinamico (cioè valutabile secondo differenti possibili legami con l'ambiente che lo circonda), strutturato in maniera coerente alla scomposizione PBS (Product Breakdown Structure), a quella del formato IFC e alla base della modellazione parametrica basata sugli oggetti (tipica degli strumenti di lavoro del processo BIM).

Quando viene assimilato a un sistema isolato il fabbricato non interagisce con l'ambiente circostante (non scambia energia e materia) e risponde alle proprie esigenze attraverso l'utilizzo di impianti tecnici.

Quando l'edificio scambia solo energia (calore o lavoro) con l'ambiente esterno attraverso il proprio involucro esterno allora si dice che è un sistema chiuso.

Infine, quando un'opera edile può scambiare energia e materia nelle interazioni con l'ambiente esterno allora si parla di sistema aperto.

La codificazione utilizzata nel sistema di classificazione sviluppato in questa tesi è ispirata a quella del sistema di classificazione UNIFORMAT II americano (per l'intuitività e la semplicità nell'interpretazione riscontrate nel corso del suo impiego).

Dunque, la sequenza dei passaggi del processo progettato per gestire il contenuto informativo di un'opera del patrimonio edilizio esistente e renderlo disponibile agli attori che intervengono nelle fasi successive si divide in due fasi:

- la prima relativa all'identificazione del progetto dell'opera esistente una volta conservato in un archivio digitale (indipendentemente dal fatto che si trovi in locale, su un server o sul cloud)
- la seconda riguardante la gestione del contenuto informativo all'interno del modello.

Nella prima parte gli attributi informativi da integrare al modello informativo digitale del fabbricato esistente per identificarlo univocamente una volta caricato o archiviato (in locale, sulla piattaforma ACDat sul cloud o su un server dedicato) sono:

- la collocazione spaziale dell'opera del patrimonio edilizio esistente a livello catastale (territoriale e urbano)
 - o Codice Catastale del Comune
 - o CAP
 - o Sezione Amministrativa (solo per catasto fabbricati)
 - o Sezione Censuaria (solo per catasto terreni)
 - o Sezione Urbana (solo per catasto fabbricati)
 - o Foglio
 - o Particella
 - o Subalterno
 - o Indirizzo
- il Codice Identificativo (ID) del progetto
- la tipologia di opera
- le destinazioni d'uso
- le tecnologie costruttive
- gli anni di inizio e completamento della costruzione
- le condizioni ambientali
- le caratteristiche geologiche

- le caratteristiche geometriche
- le caratteristiche funzionali.

Infine, per gestire il contenuto informativo del modello informativo di un'opera esistente vengono proposti degli standard da utilizzare tra gli attori della commessa per definire univocamente:

- la codifica degli edifici, o di loro porzioni, all'interno del lotto di intervento
- la struttura dell'opera (dei suoi piani, dei livelli di riferimento)
- la classificazione degli elementi costruttivi (delle classi di oggetti BIM e di ciascun oggetto al loro interno) che compongono il complesso edilizio
- gli attributi informativi rilevanti a livello generale per l'identificazione degli oggetti BIM
- gli attributi informativi specifici a una determinata classe di oggetti.

In accordo ai principi esposti in precedenza, la codifica proposta per l'identificazione delle opere tipo e delle loro strutture all'interno della commessa è la seguente:

10. Edificio A – Blocco 1

10.10 Fondazioni

10.11 eventuale Livello 1 fondazione

10.12 eventuale Livello 2 fondazione

10.20 Piano Seminterrato

10.21 eventuale Livello 1 interpiano

10.30 Piano Terra

10.40 Piano Primo

10.50 Piano Secondo

10.60 Piano Terzo

10.70 Piano Quarto

10.80 Piano Quinto

10.90 Piano Sesto

10.100 Piano Settimo

10.110 Piano Ottavo

10.120 Piano Nono

10.130 Piano Decimo

...

10. x0 Copertura

20. Edificio A – Blocco 2
20.10 Fondazioni
20.20 Piano Seminterrato
20.30 Piano Terra
20.40 Piano Primo
20.50 Piano Secondo
...
20.y0 Copertura

30. Edificio B
30.10 Fondazioni
30.20 Piano Seminterrato
30.30 Piano Terra
30.40 Piano Primo
30.50 Piano Secondo
...
30.z0 Copertura

40. Edificio C
40.10 Fondazioni
40.20 Piano Seminterrato
40.30 Piano Terra
...

In coerenza alle molteplici esigenze (obiettivi e usi) del committente, di ciascuna fase del ciclo di vita, dei diversi livelli di sviluppo degli oggetti BIM, per offrire flessibilità e scalabilità il sistema di classificazione progettato in questa tesi si sviluppa in quattro livelli, ulteriormente integrabili (in maniera semplice, grazie alla codifica utilizzata) con altri nuovi più dettagliati qualora necessari.

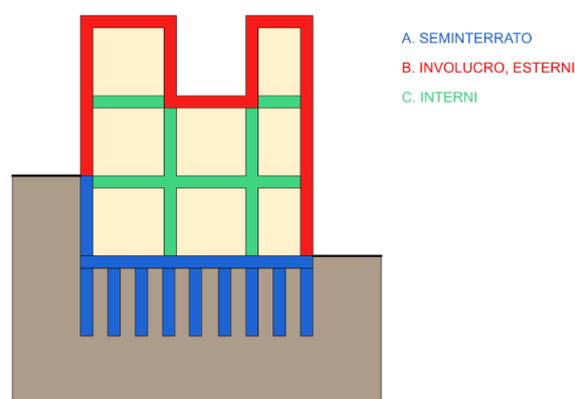
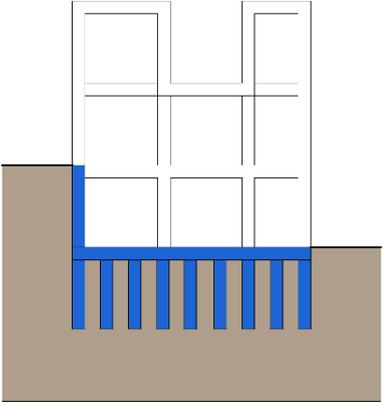
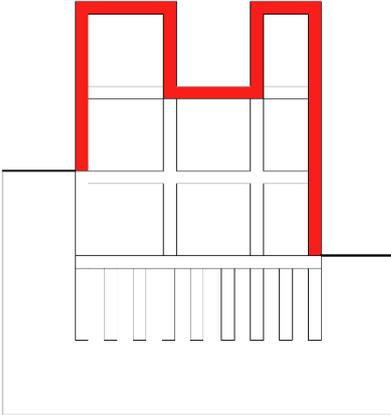
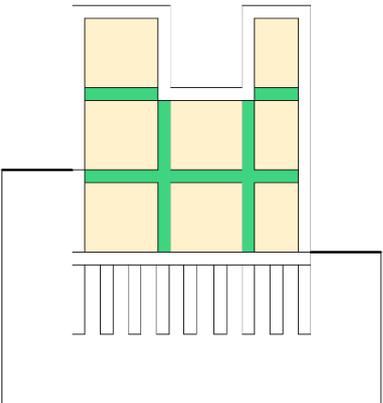


Immagine: Sottosistemi di un'opera edilizia tipo

SISTEMA DI CLASSIFICAZIONE DEGLI ELEMENTI COSTRUTTIVI DI UN'OPERA EDILIZIA (SEMPLIFICATO A 2 LIVELLI)

<p>A. SEMINTERRATO</p> 	<p>A10. FONDAZIONI</p> <p>A20. COSTRUZIONE DEL BASAMENTO</p>
<p>B. INVOLUCRO, ESTERNI</p> 	<p>B10. ELEVAZIONI</p> <p>B20. SCALE, SCALE DI SICUREZZA ESTERNE</p> <p>B30. RAMPE ESTERNE</p> <p>B40. BALLATOI ESTERNI, PASSERELLE ESTERNE</p> <p>B50. IMPALCATI, SOLAI ESTERNI</p> <p>B60. CHIUSURE ESTERNE</p> <p>B70. INFISSI E SERRAMENTI ESTERNI</p> <p>B80. DISPOSITIVI ESTERNI DI CONTROLLO SOLARE</p> <p>B90. FINITURE ESTERNE</p>
<p>C. INTERNI</p> 	<p>C10. ELEVAZIONI</p> <p>C20. SCALE, SCALE DI SICUREZZA INTERNE</p> <p>C30. RAMPE INTERNE</p> <p>C40. BALLATOI INTERNI, PASSERELLE INTERNE</p> <p>C50. IMPALCATI, SOLAI INTERNI</p> <p>C60. COSTRUZIONI INTERNE</p> <p>C70. INFISSI E SERRAMENTI INTERNI</p> <p>C80. DISPOSITIVI INTERNI DI CONTROLLO SOLARE</p> <p>C90. FINITURE INTERNE</p>
<p>D. SISTEMI, IMPIANTI TECNOLOGICI</p>	<p>D10. SISTEMI DI TRASPORTO</p> <p>D20. IMPIANTI IDROSANITARI</p> <p>D30. HVAC - RISCALDAMENTO, VENTILAZIONE MECCANICA, CONDIZIONAMENTO DELL'ARIA</p> <p>D40. RETI DI SMALTIMENTO LIQUIDI</p>

	D50. IMPIANTO DI SMALTIMENTO AERIFORMI
	D60. IMPIANTO DI SMALTIMENTO SOLIDI
	D70. IMPIANTI DI DISTRIBUZIONE GAS
	D80. IMPIANTI ELETTRICI
	D90. IMPIANTI CITOFONICI
	D100. IMPIANTI TELEFONICI
	D110. IMPIANTI TELEVISIVI
	D120. IMPIANTI DI COMUNICAZIONE
	D130. IMPIANTI DI ELABORAZIONE ELETTRONICA
	D140. SISTEMI DI PROTEZIONE ANTINCENDIO
	D150. IMPIANTI DI MESSA A TERRA E PROTEZIONE CONTRO LE SCARICHE ATMOSFERICHE
	D160. IMPIANTI DI EMERGENZA
	D170. IMPIANTI DOMOTICA
	D180. IMPIANTI DI VIDEOSORVEGLIANZA, ANTIFURTO ED ANTINTRUSIONE
	D190. LINEE VITA, SISTEMI ANTICADUTA
	D200. IMPIANTI SOLARI TERMICI
	D210. IMPIANTI FOTOVOLTAICI
	D220. IMPIANTI GEOTERMICI
	D230. IMPIANTI EOLICI
	D240. IMPIANTI IDROELETTRICI
E. ATTREZZATURE & ARREDAMENTO	E10. ATTREZZATURE
	E20. ARREDAMENTO
F. COSTRUZIONI SPECIALI	F10. STRUTTURE SPECIALI
	F20. COSTRUZIONI INTEGRATE
	F30. SISTEMI DI COSTRUZIONE SPECIALI
	F40. INFRASTRUTTURE, COMPLESSI, SERVIZI SPECIALI
	F50. STRUMENTAZIONE, ATTREZZATURE
G. CANTIERE & UTENZE	G10. PREPARAZIONE DEL SITO
	G20. MIGLIORAMENTI DEL SITO, ARCHITETTURA DEL PAESAGGIO
	G30. UTENZE MECCANICHE DEL SITO
	G40. UTENZE ELETTRICHE DEL SITO
	G50. ALTRE COSTRUZIONI DEL SITO, ALTRI SISTEMI & ATTREZZATURE
	G60. TERRENI

**SISTEMA DI CLASSIFICAZIONE A 4 LIVELLI - GERARCHIA AD ALBERO
DEGLI ELEMENTI COSTRUTTIVI DI UN'OPERA EDILE**

A. SEMINTERRATO	A10. FONDAZIONI	A1010. PLINTI	
		A1020. FONDAZIONI CONTINUE A BASE LARGA	
		A1030. FONDAZIONI CONTINUE AD ARCHI DRITTI E ROVESCII	
		A1040. TRAVI ROVESCE	
		A1050. TRAVI DI COLLEGAMENTO, CORDOLI DI COLLEGAMENTO	
		A1060. PLATEA	A106010. Platea standard
			A106020. Platea nervata
			A106030. Platea inclinata
			A106040. Nervature
		A1070. FONDAZIONI A ZATTERA	
		A1080. FONDAZIONI A POZZI	
		A1090. PALI DI FONDAZIONE	A109010. Pali infissi
			A109020. Pali trivellati
		A1100. FONDAZIONI A CASSONI GALLEGGIANTI	
		A1110. FONDAZIONI A CASSONI PLURICELLULARI	
		A1120. FONDAZIONI PER PROSCIUGAMENTO	A112010. Con pozzi drenanti
			A112020. Con tubi drenanti
			A112030. Con ture
			A112040. Con palancole
		A1130. FONDAZIONI PNEUMATICHE	
A1140. INIEZIONI A PRESSIONE JET GROUTING			
A1150. RINFORZI, SOSTEGNI, SISTEMI DI CONNESSIONE	A115010. Dime		
	A115020. Elementi di base, piastre di base		
	A115030. Piastre di rinforzo		
	A115040. Costolonature di irrigidimento,		

			nervature, irrigidimenti
			A115050. Elementi di contatto
			A115060. Elementi di separazione
		A1160. PARATIE	A116010. Diaframmi
			A116020. Palancole
			A116030. Ancoraggi
		A1170. ARMATURE	A117010. Barre longitudinali
			A117020. Barre piegate
			A117030. Barre a spirale
			A117040. Barre a serpentina
			A117050. Staffe
			A117060. Cavallotti
			A117070. Spilli di collegamento
			A117080. Rete elettrosaldata
			A117090. Connettori a piolo
			A117100. Tirafondi
			A117110. Barre, cavi
			A117120. Fili
			A117130. Trefoli
			A117140. Trecce
		A1180. INIEZIONI, CONSOLIDANTI	
	A20. COSTRUZIONE DEL BASAMENTO	A2010. SCAVO DEL BASAMENTO	A201010. Scavi di sbancamento
			A201020. Rinterri e rilevati
			A201030. Puntellamenti
		A2020. PALIFICATE	
		A2030. STRATI DI LIVELLAMENTO	
		A2040. PARETI DI SOSTEGNO, DI CONTENIMENTO, MURI CONTROTERRA	A204010. Taglioni
			A204020. Costoloni
		A2050. CANALI, POZZI, FOSSI, RECINTI	

		A2060. BOCHE DI LUPO, INTERCAPEDINI, SCANNAFOSSI	
		A2070. DRENAGGIO, SISTEMI DRENANTI	
		A2080. SISTEMI PER PASSAGGI IMPIANTI E SISTEMI, PER ISPEZIONI	
		A2090. STRATI DI PROTEZIONE AL DANNEGGIAMENTO MECCANICO	
		A2100. ISOLANTI	A210010. Lastre
			A210020. Pannelli
			A210030. Tappetini, materassini, membrane
			A210040. Fiocchi
			A210050. Feltri, fibre, rotoli
			A210060. Inerti, polveri, granuli
			A210070. Lamine
			A210080. Pitture
		A2200. IMPERMEABILIZZAZIONI	A220010. Pitture
			A220020. Tappetini, materassini, membrane, barriere
			A220030. Lamine
			A220040. Carte
			A220050. Inerti, polveri, granuli
		A2300. INIEZIONI, CONSOLIDANTI	

B. INVOLUCRO, ESTERNI	B10. ELEVAZIONI	B1010. PILASTRI	
		B1020. COLONNE	
		B1030. MONTANTI	
		B1040. FALSE COLONNE	
		B1050. ROMPIRATTA DI PARETE	
		B1060. ELEMENTI DI IRRIGIDIMENTO, DI CONTROVENTO, DI RINFORZO	
		B1070. ARcarecci di PARETE, TRAVERSI	
		B1080. SETTI PORTANTI	

		B1090. PARETI PORTANTI	
		B1100. SISTEMI DI GIUNTO, SMORZATORI	
		B1110. ELEMENTI DI COLLEGAMENTO	B111010. Unioni bullonate
			B111020. Unioni saldate
			B111030. Collanti strutturali
	B20. SCALE, SCALE DI SICUREZZA ESTERNE	B2010. STRUTTURE DELLE SCALE	B201010. Scale regolari
			B201020. Scale curve
			B201030. Scale a spirale
			B201040. Scale retrattili
		B2020. STRUTTURE CORRIMANI E BALAUSTR	
		B2030. FINITURE DELLE SCALE	B203010. Finiture alzate, pedate, pianerottoli
			B203020. Finiture intradosso scale
		B2040. FINITURE CORRIMANI E BALAUSTR	
	B30. RAMPE ESTERNE	B3010. STRUTTURE DELLE RAMPE	B301010. Rampe regolari
			B301020. Rampe curve
			B301030. Rampe a spirale
			B301040. Rampe retrattili
		B3020. STRUTTURE CORRIMANI E BALAUSTR	
		B3030. FINITURE DELLE RAMPE	B303010. Finiture estradosso rampe
			B303020. Finiture intradosso rampe
		B3040. FINITURE CORRIMANI E BALAUSTR	
	B40. BALLATOI ESTERNI, PASSERELLE ESTERNE	B4010. STRUTTURE DEI BALLATOI, DELLE PASSERELLE	B401010. Ballatoi, passerelle regolari
			B401020. Ballatoi, passerelle curve
			B401030. Ballatoi, passerelle a spirale

			B401040. Ballatoi, passerelle retrattili
		B4020. STRUTTURE CORRIMANI E BALAUSTRE	
		B4030. FINITURE DEI BALLATOI	B403010. Finiture estradosso ballatoi, passerelle
			B403020. Finiture intradosso ballatoi, passerelle
		B4040. FINITURE CORRIMANI E BALAUSTRE	
B50. IMPALCATI, SOLAI ESTERNI		B5010. SOLETTE	
		B5020. NERVATURE	
		B5030. LAMIERE GRECATE, LAMIERE NERVATE	
		B5040. ELEMENTI DI ALLEGGERIMENTO, CASSEFORME, CASSERI A PERDERE	B504010. Volterrane
			B504020. Pignatte
			B504030. Blocchi alleggeriti, isolanti
			B504040. Fondelli
			B504050. Tavelle
			B504060. Tavelloni
			B504070. Vespai aerati, igloo a perdere
			B504080. Elementi a L
		B5050. MASSETTI, SOTTOFONDI, STRATI DI ALLETTAMENTO, CALDANE	
		B5060. SISTEMI DI CANALIZZAZIONE A PAVIMENTO	
		B5070. ISOLANTI	B507010. Lastre
			B507020. Pannelli
	B507030. Tappetini, materassini, membrane		
	B507040. Fiocchi		
	B507050. Feltri, fibre, rotoli		
	B507060. Inerti, polveri, granuli		
	B507070. Lamine		
		B507080. Pitture	
	B5080. IMPERMEABILIZZAZIONI	B508010. Pitture	

			B508020. Tappetini, materassini, membrane, barriere
			B508030. Lamine
			B508040. Carte
			B508050. Inerti, polveri, granuli
		B5090. SOPPALCHI	
		B5100. SISTEMI FLOTTANTI, GALLEGGIANTI	
		B5110. SOFFITTI, CONTROSOFFITTI, VELETTE	B511010. Strutture, elementi sospesi, velette
			B511020. Elementi di sostegno, ancoraggi
			B511030. Sistemi di canalizzazione a soffitto
		B5120. BALCONI, LOGGE	
		B5130. IMPALCATI, SOLAI PREFABBRICATI	
		B5140. ARMATURE	B514010. Barre longitudinali
			B514020. Barre piegate
			B514030. Barre a spirale
			B514040. Barre a serpentina
			B514050. Staffe
			B514060. Cavallotti
			B514070. Spilli di collegamento
			B514080. Rete elettrosaldata
			B514090. Connettori
			B514100. Tralicci
			B514110. Barre, cavi
			B514120. Fili
			B514130. Trefoli
			B514140. Trecce
			B514150. Cerchiature
			B514160. Ancoraggi
		B5150. TRAVI	B515010. Travi principali o primarie

			B515020. Travi secondarie
			B515030. Travi perimetrali (o di bordo) primarie
			B515040. Travi perimetrali (o di bordo) secondarie
			B515050. Travi di collegamento
			B515060. Cordoli
			B515070. Travetti, listelli, arcarecci, terzere
			B515080. Travi di colmo o colmarecci
			B515090. Travi di impluvio, di displuvio, cantonali
		B5160. TRAVATURE RETICOLARI SPAZIALI	B516010. Correnti superiori
			B516020. Montanti
			B516030. Diagonali
			B516040. Correnti inferiori
		B5170. TRAVATURE RETICOLARI PIANE, CAPRIATE	B517010. Correnti superiori
			B517020. Montanti
			B517030. Diagonali
			B517040. Correnti inferiori
			B517050. Monaco o ometto
			B517060. Puntone
			B517070. Saetta
			B517080. Catena
		B5180. ELEMENTI DI IRRIGIDIMENTO	B518010. Tavolati
			B518020. Controventi
			B518030. Pannelli
		B5190. ELEMENTI DI SOSTEGNO, ELEMENTI DI RINFORZO, ELEMENTI COMPOSTI	B519010. Piastre
			B519020. Gattello
			B519030. Bolzoni
			B519040. Scarpe porta travi
		B5200. ELEMENTI DI COLLEGAMENTO	B520010. Unioni bullonate

			B520020. Unioni saldate
			B520030. Collanti strutturali
	B60. CHIUSURE ESTERNE	B6010. PARETI DIVISORIE, PARETI DI TAMPONAMENTO	B601010. Pareti fisse
			B601020. Pareti manovrabili, scorrevoli, mobili, retrattili
			B601030. Pareti e partizioni smontabili
			B601040. Pareti in mattoni pieni
			B601050. Pareti in mattoni forati
			B601060. Pareti in blocchi pieni
			B601070. Pareti in blocchi forati
			B601080. Pareti in pannelli autoportanti
			B601090. Pareti gettate in opera
			B601100. Pareti a struttura ausiliaria
			B601110. Intercapedine d'aria
			B601120. Pareti in elementi prefabbricati, prefabbricate
			B601130. Pareti in pannelli
			B601140. Pareti in lastre
			B601150. Pareti a secco
			B601150. Pareti dei balconi, pareti delle logge
			B601160. Staccionate, balaustre, ringhiere, parapetti
	B601170. Corrimani		
		B6020. PARETE VENTILATA	
		B6030. SISTEMI DI INVERDIMENTO VERTICALE	

		B6040. GIARDINI PENSILI	
		B6050. INVOLUCRI AD ALTA INERZIA	
		B6060. ELEMENTI DI PROTEZIONE	
		B6070. ELEMENTI DI SEPARAZIONE	
		B6080. ISOLANTI	B608010. Lastre
			B608020. Pannelli
			B608030. Tappetini, materassini, membrane
			B608040. Fiocchi
			B608050. Feltri, fibre, rotoli
			B608060. Inerti, polveri, granuli
			B608070. Lamine
			B608080. Pitture
		B6090. IMPERMEABILIZZAZIONI	B609010. Pitture
			B609020. Tappetini, materassini, membrane, barriere
			B609030. Lamine
			B609040. Carte
			B609050. Inerti, polveri, granuli
		B6100. ACCESSORI	B610010. Paravento, schermature
			B610020. Scaffalature, armadietti
			B610030. Metalli ornamentali
			B610040. Dispositivi di identificazione
			B610050. Armadi, guardaroba speciali
	B70. INFISSI E SERRAMENTI ESTERNI	B7010. FINESTRE	B701010. Finestre a battente
			B701020. Finestre a vasistas
			B701030. Finestre ad ante fisse
			B701040. Finestre a battente e a ribalta

			B701050. Finestre scorrevoli
			B701060. Finestre pieghevoli
			B701070. Finestre a bilico
			B701080. Finestre rototraslanti
			B701090. Bovindo
			B701100. Tunnel solare
			B701110. Hardware finestre
			B701120. Elementi di apertura
			B701130. Luci di posizione, traversi
			B701140. Verniciature, decorazioni
			B701150. Controtelai, imbotti
			B701160. Telai, stipiti, cornici
			B701170. Soglie, bancali, davanzali
			B701180. Inferriate
		B7020. PORTE, PORTE-FINESTRE, PORTONI	B702010. Porte d'ingresso, portelli interni
			B702020. Porte raso muro
			B702030. Porte a battente
			B702040. Porte sezionali
			B702050. Porte basculanti
			B702060. Porte scorrevoli
			B702070. Porte scorrevoli a scomparsa
			B702080. Porte pieghevoli a libro
			B702090. Porte pieghevoli a soffietto

			B702100. Porte a bilico
			B702110. Porte rototraslanti
			B702120. Porta blindata
			B702130. Porte girevoli
			B702140. Porte tagliafuoco
			B702150. Hardware porte
			B702160. Elementi di apertura
			B702170. Luci di posizione, traversi
			B702180. Verniciature, decorazioni
			B702190. Controtelai, imbotti
			B702200. Telai, stipiti, cornici
			B702210. Soglie, bancali, davanzali
			B702220. Inferriate
		B7030. FACCIATE CONTINUE, VETRATE, VETRINE	B703010. A montanti e traversi
			B703020. A cellule
			B703030. Strutturali e semi-strutturali
			B703040. A fissaggi puntuali
			B703050. Verniciature, decorazioni
			B703060. Controtelai, imbotti
			B703070. Telai, stipiti
			B703080. Soglie, bancali, davanzali
		B7040. FINESTRE PER TETTI	B704010. Lucernari
			B704020. Botole, passi d'uomo
			B704030. Aperture vetrate

B80. DISPOSITIVI ESTERNI DI CONTROLLO SOLARE	B8010. FERITOIE ESTERNE		
	B8020. SCHERMATURE SOLARI MOBILI	B802010. Avvolgibili	
		B802020. A battente	
		B802030. Pieghevoli	
		B802040. Scorrevoli	
	B8030. SCHERMATURE SOLARI FISSE		
	B8040. LAMELLE ORIENTABILI, FRANGISOLE		
	B90. FINITURE ESTERNE	B9010. FINITURE PARETI, PILASTRI, COLONNE	B901010. Intonaci
			B901020. Termintonaci
			B901030. Rivestimenti
B901040. Pitture, tinteggiature, segnaletica verticale			
B901050. Tappezzerie			
B901060. Collanti, indurenti, sigillanti			
B9020. FINITURE PAVIMENTI		B902010. Pavimentazioni	
		B902020. Pitture, tinteggiature, segnaletica orizzontale	
		B902030. Tappezzerie	
		B902040. Collanti, indurenti, sigillanti	
		B902050. Rivestimenti	
		B902060. Moquette	
		B902070. Battiscopa, cordoli, decori	
		B902080. Piedistalli, gradini di accesso	
		B9030. FINITURE SOFFITTI	B903010. Intonaci
			B903020. Rivestimenti
B903030. Pitture, tinteggiature, segnaletica orizzontale			
B903040. Tappezzerie			
		B903050. Collanti, indurenti, sigillanti	

			B903060. Decorazioni	
		B9040. FINITURE TETTI, MANTI COPERTURA, TETTOIE	B904010. Rivestimenti	
			B904020. Rivestimenti per traffico	
			B904030. Membrane delle pavimentazioni	
			B904040. Illuminazione e regolazioni, segnali luminosi, assetti	
			B904050. Coppi	
			B904060. Tegole	
			B904070. Abbaini	
			B904080. Canne fumarie, comignoli	
			B904090. Elementi di colmo	
			B904100. Elementi di testata	
			B904110. Elementi laterali, di bordo	
			B904120. Elementi di aerazione, di sfianto	
			B904130. Elementi di ventilazione	
			B904140. Elementi fermaneve	
			B904150. Elementi per antenne, portantenne	
			B904160. Elementi per camini, canne, tubi	
			B904170. Elementi per lucernari, botole	
			B9050. LATTONERIE	B905010. Rete parapasseri
				B905020. Griglie
		B905030. Elementi di supporto, di fissaggio		
		B905030. Elementi protettivi		
		B9060. TRATTAMENTI PROTETTIVI	B906010. Protezioni elettrochimiche	
			B906020. Rivestimenti	

			B906030. Tinteggiature, pitture
--	--	--	------------------------------------

C. INTERNI	C10. ELEVAZIONI	C1010. PILASTRI			
		C1020. COLONNE			
		C1030. MONTANTI			
		C1040. FALSE COLONNE			
		C1050. ROMPIRATTA DI PARETE			
		C1060. ELEMENTI DI IRRIGIDIMENTO, DI CONTROVENTO, DI RINFORZO			
		C1065. ARCARECCI DI PARETE, TRAVERSI			
		C1070. SETTI PORTANTI			
		C1080. PARETI PORTANTI			
		C1090. SISTEMI DI GIUNTO, SMORZATORI			
		C1100. ELEMENTI DI COLLEGAMENTO	C110010. Unioni bullonate		
			C110020. Unioni saldate		
			C110030. Collanti strutturali		
	C20. SCALE, SCALE DI SICUREZZA INTERNE	C2010. STRUTTURE DELLE SCALE	C201010. Scale regolari		
			C201020. Scale curve		
			C201030. Scale a spirale		
			C201040. Scale retrattili		
		C2020. STRUTTURE CORRIMANI E BALAUSTRÉ			
		C2030. FINITURE DELLE SCALE	C203010. Finiture alzate, pedate, pianerottoli		
			C203020. Finiture intradosso scale		
		C2040. FINITURE CORRIMANI E BALAUSTRÉ			
		C30. RAMPE INTERNE	C3010. STRUTTURE DELLE RAMPE	C301010. Rampe regolari	
				C301020. Rampe curve	
	C301030. Rampe a spirale				
	C301040. Rampe retrattili				
	C3020. STRUTTURE CORRIMANI E BALAUSTRÉ				

		C3030. FINITURE DELLE RAMPE	C303010. Finiture estradosso rampe C303020. Finiture intradosso rampe
		C3040. FINITURE CORRIMANI E BALAUSTRÉ	
	C40. BALLATOI INTERNI, PASSERELLE INTERNE	C4010. STRUTTURE DEI BALLATOI, DELLE PASSERELLE	C401010. Ballatoi, passerelle regolari C401020. Ballatoi, passerelle curve C401030. Ballatoi, passerelle a spirale C401040. Ballatoi, passerelle retrattili
		C4020. STRUTTURE CORRIMANI E BALAUSTRÉ	
		C4030. FINITURE DEI BALLATOI	C403010. Finiture estradosso ballatoi, passerelle C403020. Finiture intradosso ballatoi, passerelle
		C4040. FINITURE CORRIMANI E BALAUSTRÉ	
		C5010. SOLETTE	
		C5020. NERVATURE	
		C5030. LAMIÉRE GRECATE, LAMIÉRE NERVATE	
	C50. IMPALCATI, SOLAI INTERNI	C5040. ELEMENTI DI ALLEGGERIMENTO, CASSEFORME, CASSERI A PERDERE	C504010. Volterrane C504020. Pignatte C504030. Blocchi alleggeriti, isolanti C504040. Fondelli C504050. Tavelle C504060. Tavelloni C504070. Vespai aerati, igloo a perdere C504080. Elementi a L
		C5050. MASSETTI, SOTTOFONDI, STRATI DI ALLETTAMENTO, CALDANE	
		C5060. SISTEMI DI CANALIZZAZIONE A PAVIMENTO	
		C5070. ISOLANTI	C507010. Lastre C507020. Pannelli

			C507030. Tappetini, materassini, membrane
			C507040. Fiocchi
			C507050. Feltri, fibre, rotoli
			C507060. Inerti, polveri, granuli
			C507070. Lamine
			C507080. Pitture
		C5080. IMPERMEABILIZZAZIONI	C508010. Pitture
			C508020. Tappetini, materassini, membrane, barriere
			C508030. Lamine
			C508040. Carte
			C508050. Inerti, polveri, granuli
		C5090. SOPPALCHI	
		C5100. SISTEMI FLOTTANTI, GALLEGGIANTI	
		C5110. SOFFITTI, CONTROSOFFITTI, VELETTE	C511010. Strutture, elementi sospesi, velette
			C511020. Elementi di sostegno, ancoraggi
			C511030. Sistemi di canalizzazione a soffitto
		C5120. BALCONI, LOGGE	
		C5130. IMPALCATI, SOLAI PREFABBRICATI	
		C5140. ARMATURE	C514010. Barre longitudinali
			C514020. Barre piegate
			C514030. Barre a spirale
			C514040. Barre a serpentina
			C514050. Staffe
			C514060. Cavallotti
			C514070. Spilli di collegamento
			C514080. Rete elettrosaldata
			C514090. Connettori

			C514100. Tralicci
			C514110. Barre, cavi
			C514120. Fili
			C514130. Trefoli
			C514140. Trecce
			C514150. Cerchiature
			C514160. Ancoraggi
		C5150. TRAVI	C515010. Travi principali o primarie
			C515020. Travi secondarie
			C515030. Travi perimetrali (o di bordo) primarie
			C515040. Travi perimetrali (o di bordo) secondarie
			C515050. Travi di collegamento
			C515060. Cordoli
			C515070. Travetti, listelli, arcarecci, terzere
			C515080. Travi di colmo o colmarecci
			C515090. Travi di impluvio, di displuvio, cantonali
		C5160. TRAVATURE RETICOLARI SPAZIALI	C516010. Correnti superiori
			C516020. Montanti
			C516030. Diagonali
			C516040. Correnti inferiori
		C5170. TRAVATURE RETICOLARI PIANE, CAPRIATE	C517010. Correnti superiori
			C517020. Montanti
			C517030. Diagonali
			C517040. Correnti inferiori
			C517050. Monaco o ometto
			C517060. Puntone
			C517070. Saetta
			C517080. Catena
			C518010. Tavolati

		C5180. ELEMENTI DI IRRIGIDIMENTO	C518020. Controventi	
			C518030. Pannelli	
		C5190. ELEMENTI DI SOSTEGNO, ELEMENTI DI RINFORZO, ELEMENTI COMPOSTI	C519010. Piastre	
			C519020. Gattello	
			C519030. Bolzoni	
			C519040. Scarpe porta travi	
		C5200. ELEMENTI DI COLLEGAMENTO	C520010. Unioni bullonate	
			C520020. Unioni saldate	
			C520030. Collanti strutturali	
		C60. COSTRUZIONI INTERNE	C6010. PARETI DIVISORIE, PARETI DI TAMPONAMENTO	C601010. Pareti fisse
				C601020. Pareti manovrabili, scorrevoli, mobili, retrattili
				C601030. Pareti e partizioni smontabili
	C601040. Pareti in mattoni pieni			
	C601050. Pareti in mattoni forati			
	C601060. Pareti in blocchi pieni			
C601070. Pareti in blocchi forati				
C601080. Pareti in pannelli autoportanti				
C601090. Pareti gettate in opera				
C601100. Pareti a struttura ausiliaria				
C601110. Intercapedine d'aria				
C601120. Pareti in elementi prefabbricati, prefabbricate				
C601130. Pareti in pannelli				
C601140. Pareti in lastre				
C601150. Pareti dei balconi, pareti delle logge				

			C601160. Staccionate, balaustre, ringhiere, parapetti
			C601170. Corrimani
		C6020. PARETE VENTILATA	
		C6030. SISTEMI DI INVERDIMENTO VERTICALE	
		C6040. SISTEMI DI INVERDIMENTO ORIZZONTALE	
		C6050. INVOLUCRI AD ALTA INERZIA	
		C6060. ELEMENTI DI PROTEZIONE	
		C6070. ELEMENTI DI SEPARAZIONE	
		C6080. ISOLANTI	C608010. Lastre
			C608020. Pannelli
			C608030. Tappetini, materassini, membrane
			C608040. Fiocchi
			C608050. Feltri, fibre, rotoli
			C608060. Inerti, polveri, granuli
			C608070. Lamine
			C608080. Pitture
		C6090. IMPERMEABILIZZAZIONI	C609010. Pitture
			C609020. Tappetini, materassini, membrane, barriere
			C609030. Lamine
			C609040. Carte
			C609050. Inerti, polveri, granuli
		C6100. ACCESSORI	C610010. Paravento, schermature
			C610020. Scaffalature, armadietti
			C610030. Metalli ornamentali
			C610040. Dispositivi di identificazione
			C610050. Armadi, guardaroba speciali

	C70. INFISSI E SERRAMENTI INTERNI	C7010. FINESTRE	C701010. Finestre a battente
			C701020. Finestre a vasistas
			C701030. Finestre ad ante fisse
			C701040. Finestre a battente e a ribalta
			C701050. Finestre scorrevoli
			C701060. Finestre pieghevoli
			C701070. Finestre a bilico
			C701080. Finestre rototraslanti
			C701090. Bovindo
			C701100. Tunnel solare
			C701110. Hardware finestre
			C701120. Elementi di apertura
			C701130. Luci di posizione, traversi
			C701140. Verniciature, decorazioni
			C701150. Controtelai, imbotti
			C701160. Telai, stipiti
			C701170. Soglie, bancali, davanzali
			C701180. Inferriate
		C7020. PORTE, PORTE-FINESTRE, PORTONI	C702010. Porte d'ingresso, portelli interni
			C702020. Porte raso muro
			C702030. Porte a battente
			C702040. Porte sezionali
			C702050. Porte basculanti
			C702060. Porte scorrevoli

			C702070. Porte scorrevoli a scomparsa
			C702080. Porte pieghevoli a libro
			C702090. Porte pieghevoli a soffietto
			C702100. Porte a bilico
			C702110. Porte rototraslanti
			C702120. Porta blindata
			C702130. Porte girevoli
			C702140. Porte tagliafuoco
			C702150. Hardware porte
			C702160. Elementi di apertura
			C702170. Luci di posizione, trasversi
			C702180. Verniciature, decorazioni
			C702190. Controtelai, imbotti
			C702200. Telai, stipiti, cornici
			C702210. Soglie, bancali, davanzali
			C702220. Inferriate
		C7030. FACCIAE CONTINUE, VETRATE, VETRINE	C703010. A montanti e trasversi
			C703020. A cellule
			C703030. Strutturali e semi-strutturali
			C703040. A fissaggi puntuali
			C703050. Verniciature, decorazioni
			C703060. Controtelai, imbotti
			C703070. Telai, stipiti

			C703080. Soglie, bancali, davanzali	
C80. DISPOSITIVI INTERNI DI CONTROLLO SOLARE	C8010. FERITOIE INTERNE			
	C8020. SCHERMATURE SOLARI MOBILI	C802010. Avvolgibili		
		C802020. A battente		
		C802030. Pieghevoli		
		C802040. Scorrevoli		
C8030. SCHERMATURE SOLAI FISSE				
C8040. LAMELLE ORIENTABILI, FRANGISOLE				
C90. FINITURE INTERNE	C9010. FINITURE PARETI, PILASTRI, COLONNE	C901010. Intonaci		
		C901020. Termointonaci		
		C901030. Rivestimenti		
		C901040. Pitture, tinteggiature, segnaletica verticale		
		C901050. Tappezzerie		
		C901060. Collanti, indurenti, sigillanti		
	C9020. FINITURE PAVIMENTI	C902010. Pavimentazioni		
		C902020. Pitture, tinteggiature, segnaletica orizzontale		
		C902030. Tappezzerie		
		C902040. Collanti, indurenti, sigillanti		
		C902050. Rivestimenti		
		C902060. Moquette		
		C902070. Battiscopa, cordoli, decori		
		C902080. Piedistalli, gradini di accesso		
		C9030. FINITURE SOFFITTI	C903010. Intonaci	
			C903020. Rivestimenti	
	C903030. Pitture, tinteggiature, segnaletica orizzontale			
	C903040. Tappezzerie			

			C903050. Collanti, indurenti, sigillanti
			C903060. Decorazioni
		C9040. TRATTAMENTI PROTETTIVI	C904010. Protezioni elettrochimiche
			C904020. Rivestimenti
			C904030. Tinteggiature, pitture

D. SISTEMI, IMPIANTI TECNOLOGICI	D10. SISTEMI DI TRASPORTO	D1010. ASCENSORI	
		D1020. MONTACARICHI	
		D1030. SCALE MOBILI	
		D1040. TAPPETI MOBILI	
		D1050. SISTEMI DI MOVIMENTAZIONE MATERIALI	
		D1060. MONTALETTIGHE	
		D1070. SERVOSCALA	
	D20. IMPIANTI IDROSANITARI	D2010. IMPIANTI IDRAULICI	
		D2020. DISTRIBUZIONE DELL'ACQUA DOMESTICA	
		D2030. RIFIUTI SANITARI	
		D2040. DRENAGGIO DELL'ACQUA PIOVANA	
	D30. HVAC - RISCALDAMENTO, VENTILAZIONE MECCANICA, CONDIZIONAMENTO DELL'ARIA	D3010. FORNITURA ENERGIA	
		D3020. SISTEMI DI RISCALDAMENTO	
		D3030. SISTEMI DI RAFFREDDAMENTO	
		D3040. SISTEMI DI TRATTAMENTO DELL'ARIA	
		D3050. SISTEMI DI DISTRIBUZIONE	
		D3060. TERMINALI	
		D3070. CONTROLLI, STRUMENTAZIONE	

	D40. RETI DI SMALTIMENTO LIQUIDI	D4010. RETI DI SCARICO ACQUE FECALI		
		D4020. RETI DI SCARICO ACQUE DOMESTICHE		
		D4030. RETI DI SCARICO ACQUE METEORICHE	D403010. Pluviali	
			D403020. Giunto	
			D403030. Coprigiunto	
			D403040. Staffa	
			D403050. Canali di gronda, elementi di gronda	
			D403060. Bocchello	
			D403070. Curva	
			D403080. Testata	
	D403090. Fermatubo			
	D4040. RETI DI VENTILAZIONE SECONDARIA			
	D50. IMPIANTO DI SMALTIMENTO AERIFORMI	D5010. ALIMENTAZIONE MACCHINE		
		D5020. MACCHINE		
D5030. RETI DI CANALIZZAZIONE				
D60. IMPIANTO DI SMALTIMENTO SOLIDI	D6010. CANNE DI CADUTA			
	D6020. CANNE DI ESALAZIONE			
D70. IMPIANTI DI DISTRIBUZIONE GAS	D7010. ALLACCIAMENTI			
	D7020. RETI DI DISTRIBUZIONE E TERMINALI			
D80. IMPIANTI ELETTRICI	D8010. SERVIZI ELETTRICI, DISTRIBUZIONI			
	D8020. ILLUMINAZIONE, CABLAGGIO RETI			
D90. IMPIANTI CITOFONICI	D9010. ALIMENTAZIONE			

		D9020. MACCHINE	
		D9030. RETI DI DISTRIBUZIONE E TERMINALI	
	D100. IMPIANTI TELEFONICI	D10010. ALIMENTAZIONE	
		D10020. MACCHINE	
		D10030. RETI DI DISTRIBUZIONE E TERMINALI	
	D110. IMPIANTI TELEVISIVI	D11010. ALIMENTAZIONE	
		D11020. MACCHINE	
		D11030. RETI DI DISTRIBUZIONE E TERMINALI	
	D120. IMPIANTI DI COMUNICAZIONE	D12010. ALIMENTAZIONE	
		D12020. MACCHINE	
		D12030. RETI DI DISTRIBUZIONE E TERMINALI	
	D130. IMPIANTI DI ELABORAZIONE ELETTRONICA	D13010. ALIMENTAZIONE	
		D13020. MACCHINE	
		D13030. RETI DI DISTRIBUZIONE E TERMINALI	
	D140. SISTEMI DI PROTEZIONE ANTINCENDIO	D14010. ALLACCIAMENTI	
		D14020. RILEVATORI E TRASDUTTORI	
		D14030. RETI DI DISTRIBUZIONE E TERMINALI	D1403010. Sprinkler
			D1403020. Idranti
			D1403030. Sistemi antincendio speciali
		D14040. ALLARMI	
	D150. IMPIANTI DI MESSA A TERRA E PROTEZIONE CONTRO LE SCARICHE ATMOSFERICHE	D15010. ELEMENTI DI CAPTAZIONE	
		D15020. RETI, RETI DI RACCOLTA	
		D15030. DISPERSORI	
	D160. IMPIANTI DI EMERGENZA		
	D170. IMPIANTI DOMOTICA		
	D180. IMPIANTI DI VIDEOSORVEGLIANZA,	D18010. ALIMENTAZIONE	

	ANTIFURTO ED ANTINTRUSIONE	D18020. RIVELATORI E TRASDUTTORI	
		D18030. RETE	
		D18040. ALLARMI	
	D190. LINEE VITA, SISTEMI ANTICADUTA		
	D200. IMPIANTI SOLARI TERMICI		
	D210. IMPIANTI FOTOVOLTAICI		
	D220. IMPIANTI GEOTERMICI		
	D230. IMPIANTI EOLICI		
D240. IMPIANTI IDROELETTRICI			

E. ATTREZZATURE & ARREDAMENTO	E10. ATTREZZATURE	E1010. ATTREZZATURA COMMERCIALE	
		E1020. ATTREZZATURA ISTITUZIONALE	
		E1030. ATTREZZATURA VEICOLARE	
	E20. ARREDAMENTO	E2010. ARREDI FISSI	
		E2020. ARREDI MOBILI	

F. COSTRUZIONI SPECIALI	F10. STRUTTURE SPECIALI		
	F20. COSTRUZIONI INTEGRATE		
	F30. SISTEMI DI COSTRUZIONE SPECIALI		
	F40. INFRASTRUTTURE, COMPLESSI, SERVIZI SPECIALI		
	F50. STRUMENTAZIONE, ATTREZZATURE		
G. CANTIERE & UTENZE	G10. PREPARAZIONE DEL SITO	G1010. TRACCE	
		G1050. TRASPORTI E NOLI	
		G1070. PROTEZIONI MOVIMENTI TERRA	
		G1080. PUNTELLATURE E CENTINATURE	
		G1090. OPERE PROVVISORIALI	G109010. Box di cantiere
			G109020. Recinzioni e delimitazioni di cantiere

			G109030. Depositi ed accatastamenti materiali
			G109040. Dispositivi di protezione individuale (D.P.I.) e Dispositivi di protezione collettivi (D.P.C.)
			G109050. Ponteggi
			G109060. Andatoie e passerelle
			G109070. Ponti di sicurezza
			G109080. Sbarramenti delle aperture
			G109090. Impalcati
			G109100. Reti anticaduta
	G20. MIGLIORAMENTI DEL SITO, ARCHITETTURA DEL PAESAGGIO	G2010. STRADE	G201010. Carreggiate
			G201020. Marciapiedi, percorsi pedonali
			G201030. Piste ciclabili
			G201040. Percorsi carrabili
			G201050. Spartitraffico
			G201060. Rotonde
		G2020. PARCHEGGI	
		G2030. PAVIMENTAZIONI	
		G2040. RIVESTIMENTI	
		G2050. SVILUPPO DEL SITO	
		G2060. SEGNALETICA	G206010. Segnalazioni linee interrato o aeree
			G206020. Segnalazioni e delimitazioni varie per lavorazioni in adiacenza strade
			G206030. Segnaletica stradale
			G206040. Segnaletica varia
	G30. UTENZE MECCANICHE DEL SITO	G3010. FORNITURA D'ACQUA	
		G3020. IMPIANTO DI FOGNATURA PER LE ACQUE NERE	G302010. Fecali
			G302020. Bionde

			G302030. Saponate grasse
			G302040. Grigie
			G302050. Di scarico industriale
		G3030. IMPIANTO DI FOGNATURA PER LE ACQUE BIANCHE	
		G3040. CANALI DI DISTRIBUZIONE PER IL RISCALDAMENTO	
		G3050. CANALI DI DISTRIBUZIONE PER IL RAFFRESCAMENTO	
		G3060. DISTRIBUZIONE DEL CARBURANTE	
		G3070. FORNITURA GAS	
	G40. UTENZE ELETTRICHE DEL SITO	G4010. DISTRIBUZIONE ELETTRICA	
		G4020. ILLUMINAZIONE DEL SITO	
		G4030. COMUNICAZIONI & SICUREZZA DEL SITO	
	G50. ALTRE COSTRUZIONI DEL SITO, ALTRI SISTEMI & ATTREZZATURE	G5010. TUNNEL DI SERVIZIO E PEDONALI	
	G60. TERRENI		

Durante la fase di esercizio, la maschera degli attributi informativi generali proposti (riportata di seguito) consente di identificare per ciascun oggetto BIM del modello informativo:

- quali lavorazioni lo interessano
- chi se ne occupa, quali operatori coinvolge
- la “collocazione temporale” (periodo realizzazione, intervalli di operatività, interventi programmati)
- la classificazione, la denominazione
- i parametri utili alla misurazione delle quantità e alla stima dei costi (in caso di esecuzione manuale, generalmente sconsigliata per la maggiore probabilità di compiere errori di trascrizione o mancato aggiornamento)
- le principali attività previste nel Piano di Manutenzione ed eventuali note
- i collegamenti alla banca dati con il materiale completo disponibile sull’elemento costruttivo.

OGGETTI BIM (LOD G)

LOI – MASCHERA ATTRIBUTI INFORMATIVI GENERALI

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
Obiettivi e usi	Codice Commessa	
	Disciplina	Es. (Modello architettonico delle facciate, o Modello strutturale, ...Modello degli impianti)
	Fase di progetto	Fase di Esercizio (Gestione, manutenzione)
	Tipologia di intervento	Rilievo dello stato di fatto
Operatori coinvolti	Paternità / Responsabile	Es. (Ing. Mario Rossi, Arch. Paolo Verdi)
	Codice ID Impresa Manutentrice	
	Nome Impresa Manutentrice	
	Soggetto manutentore - Responsabile impresa	
Collocazione temporale (periodo realizzazione, intervalli di operatività,	Data Inizio Lavori	
	Data Fine Lavori	
	Durata lavori [gg]	
	Date Ultimi Interventi	
	Date Prossimi Interventi	

interventi programmati)		
Elenco per punti dei controlli da effettuare sull'elemento costruttivo	Piano / Attività di Manutenzione	
	Note	
Livelli di sviluppo del Sistema di Classificazione degli elementi costruttivi progettato nella tesi	Raggruppatore_01	Livello 1 – COMPONENTE SISTEMA EDILIZIO
	Raggruppatore_02	Livello 2 – SOTTOCOMPONENTE
	Raggruppatore_03	Livello 3 – IDENTIFICAZIONE PIÙ PRECISA
	Raggruppatore_04	Livello 4 – ULTERIORE PRECISAZIONE
Proprietà rilevanti dell'elemento costruttivo	Aspetto	
	Colore	
	Materiali	
	Tipologia IFC Object Type	
	Tipo	
	Modello	
	Nome	
Produttore		
Lavorazioni Quantità Stima costi	Numero Ordine Progressivo CME	
	Codice Lavorazione (E.P. o Analisi Prezzi Unitari)	
	Lavorazione	
	Descrizione lavorazione	
	Unità di Misura CME	
	Quantità CME	
	Prezzo Unitario	
Collegamenti al materiale completo disponibile sull'elemento costruttivo	Hyperlink	Inserire indirizzo della pagina web o dell'indirizzo del database contenente ulteriori specifiche riguardanti l'elemento costruttivo in esame (ad es. garanzia, certificato di collaudo, etc.)
	QR Code	
	Stringa #TagBIM	#CodiceIDImpresaManutenzione = ""; #Raggruppatore_01 = ""; #Raggruppatore_02 = ""; #Raggruppatore_03 = ""; #Raggruppatore_04 = ""; #Materiale = ""; #IFCObjectType = ""; #Tipo = ""; #Nome = ""; #Produttore = ""; #NumeroOrdineProgressivoCME = ""; #Codice Lavorazione = ""

Per completare le informazioni rilevanti relative a ciascun elemento costruttivo si individua, infine, la maschera degli attributi informativi specifici per ciascun oggetto di una determinata classe di oggetti. Di seguito si riportano alcuni

esempi di maschere degli attributi specifici di diversi oggetti relative ad un livello di sviluppo degli oggetti BIM assimilabile (sebbene non corrispondente) a quello proposto dalla norma UNI 11337 nel rispettivo LOD G.

PILASTRI – MASCHERA ATTRIBUTI SPECIFICI (LOD G)

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
LOG	Altezza = [cm]	
	Larghezza = [cm]	
	Lunghezza = [cm]	
	Area sezione = [m ²]	
	Volume = [m ³]	
	Area Armature longitudinali [mm ²]	
	Area Armature trasversali [mm ²]	
	Area Armature [mm ²]	
LOI	Massa lineare [kg/ml]	
	Massa superficiale [kg/m ²]	
	Peso lineare Qk [kN/m]	
	Peso superficiale [kN/m ²]	
	Densità ρ [kg/m ³]	
	Peso specifico [kN/m ³]	
	Numerazione Pilastrata	
	Resistenza al fuoco	
	Isolamento acustico [dB]	
	Trasmittanza termica U [W/m ² *K]	
	Conducibilità termica λ [W/m*K]	
	Sfasamento [ore]	
	% [Area Armature / Area Sezione]	
	Classe di Resistenza C [f _{ck} /R _{ck}] [N/mm ²]	
	Classe di Esposizione Ambientale	
	D _{max} inerti [mm]	
Classe di Consistenza		

INFISSI E SERRAMENTI – MASCHERA ATTRIBUTI SPECIFICI (LOD G)

ELEMENTO COSTRUTTIVO	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE

(OGGETTO BIM)		
LOG	Altezza = [cm]	
	Profondità del telaio / Larghezza = [cm]	
	Lunghezza = [cm]	
	Area sezione = [m ²]	
	Volume = [m ³]	
	Dimensioni apertura lorda [lungh*largh*alt] [cm]	
	Dimensioni apertura netta [lungh*largh*alt] [cm]	
	Superficie telaio [m ²]	
	Superficie vetrata [m ²]	
LOI	Conducibilità termica telaio λ_w [W/m*K]	
	Conducibilità termica vetrata λ_g [W/m*K]	
	Massa lineare [kg/ml]	
	Massa superficiale [kg/m ²]	
	Classe di Sicurezza	
	Ferramenta	
	Quantità e Tipologie di aperture	
	Quantità e Tipologie di ante	
	Quantità e Tipologie di vetri	
	Trasmittanza termica finestra U_f [W/m ² *K]	
	Conducibilità termica finestra λ_f [W/m*K]	
	Isolamento acustico [dB]	
	Numero di elementi / m ²	
	Resistenza al fuoco	
Isolamento acustico [dB]		

STRATO DI FINITURA – MASCHERA ATTRIBUTI SPECIFICI (LOD G)

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
LOG	Altezza = [cm]	
	Larghezza = [cm]	
	Lunghezza = [cm]	
	Area sezione = [m ²]	
	Volume = [m ³]	
	Densità ρ [kg/m ³]	

LOI	Massa lineare [kg/ml]	
	Massa [kg] / elemento	
	Massa superficiale [kg/m ²]	
	Numero elementi / m ²	
	Aspetto Superficiale	
	Bordo	
	Finitura	
	Resistenza al fuoco	
	Isolamento acustico [dB]	
	Trasmittanza termica U [W/m ² *K]	
	Conducibilità termica λ [W/m*K]	

ARREDI – MASCHERA ATTRIBUTI SPECIFICI (LOD G)

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
LOG	Altezza = [cm]	
	Larghezza = [cm]	
	Lunghezza = [cm]	
	Superficie di Ingombro = [m ²]	
	Volume = [m ³]	
LOI	Consumo energetico	
	Allacciamenti richiesti	
	Massa [kg]	
	Massa superficiale [kg/m ²]	
	Aspetto Superficiale	
	Bordo	
	Finitura	
	Resistenza al fuoco	
	Isolamento acustico [dB]	
	Trasmittanza termica U [W/m ² *K]	
	Conducibilità termica λ [W/m*K]	

3.4. La modellazione geometrica

Completate le fasi di raccolta e rielaborazione dei dati, si passa alla realizzazione del modello informativo digitale dell'edificio esistente. In genere,

la modellazione geometrica dell'opera edilizia esistente si sviluppa in due differenti passaggi, la verifica, la catalogazione, ai quali si integra la gestione delle informazioni.

Durante il processo di verifica:

- si procede ad importare all'interno del progetto nel software di BIM authoring i documenti e i rilievi disponibili (o qualora non disponibili su un supporto informatico, a restituire le informazioni geometriche in forma digitale)
- vengono rettificati i valori e le misure raccolte durante i rilievi e le ricerche precedenti
- vengono chiarite e sistemate le irregolarità
- a questo punto, è possibile definire le piante dei fili fissi del fabbricato esistente
- eventualmente il modello viene suddiviso in settori (qualora la sua complessità o l'esecuzione di una più accurata modellazione lo richiedano)
- ed infine, si definisce la struttura dell'opera, ovvero le quote altimetriche dei livelli, i piani caratteristici di ciascuna porzione dell'opera.

Nel processo di catalogazione:

- preventivamente, il sistema edilizio viene scomposto idealmente nelle sue parti elementari
- gli attuali software di BIM authoring, in genere, predefiniscono insiemi ridotti di attributi informativi per la maggior parte dei tipi di oggetto e consentono di estenderli quando necessario
- si procede alla realizzazione, definizione e catalogazione degli oggetti BIM e dei loro parametri, delle differenti classi di oggetti (più comunemente note con i termini Famiglie o Smart Parts) che verranno maggiormente utilizzati e che non sono già presenti tra gli strumenti predefiniti proposti dai software di BIM authoring in uso

- si predispongono le librerie di oggetti BIM che si prevede di utilizzare nel progetto e quando appropriato (ad esempio, nel caso in cui la funzionalità oggetto parametrico BIM necessaria non sia presente tra gli strumenti del software BIM utilizzato) si definiscono nuove classi di oggetti capaci di integrarsi e adattarsi completamente al loro contesto previsto.
- per determinare quali elementi costruttivi realizzare in maniera personalizzata (e la loro rilevanza), ci si deve attenere a quanto definito negli obiettivi, usi del modello e nelle richieste della committenza esplicitate nel capitolato informativo della commessa (per evitare di realizzare degli oggetti difformi al livello di sviluppo, LOD, richiesto, con inevitabili ricadute anche sui tempi e i costi)
- ha inizio la ricostruzione digitale vera e propria dell'opera, di piano in piano avanza la modellazione parametrica dei molteplici oggetti BIM presenti
- in questa fase ciascun elemento costruttivo del modello digitale, al fine di facilitarne l'identificazione, viene classificato secondo quanto concordato tra le parti (all'interno del capitolato informativo e del Piano di Gestione Informativa)
- inoltre, vengono inseriti in ciascun oggetto BIM gli attributi informativi (geometrici e non geometrici) precedentemente definiti da contratto
- tra le varie figure coinvolte nella commessa nel flusso di lavoro possono avvenire delle revisioni sulla modellazione svolta per verificare la presenza di eventuali incongruenze (di modellazione, informative, ma anche normative).
- eventuali problemi emersi possono essere gestiti suddividendo il lavoro tra diversi i diversi BIM specialist coinvolti, secondo quanto definito dal BIM manager, il quale ragionevolmente contatterà il BIM coordinator per avere un rapporto sulla situazione (nel caso si stia operando ad un livello di maturità BIM 4, rispetto alla Norma UNI 11337, tutto questo flusso di lavoro potrà essere gestito direttamente all'interno della Piattaforma

dell'Ambiente di Condivisione Dati, con dei vantaggi evidenti in termini di comunicazione e trasparenza).

3.5. L'integrazione dei dati nei modelli digitali

A completamento della modellazione digitale, un ulteriore passaggio (complementare a quelli descritti nei paragrafi precedenti) riguarda la gestione e l'integrazione delle informazioni inserite nel modello informativo.

Per eseguire analisi, stime dei costi o simulare un certo comportamento del fabbricato all'interno di ciascun oggetto BIM del modello informativo dell'edificio esistente interessato verranno aggiunti i rispettivi attributi informativi necessari.

In questa fase del processo vengono:

- effettuate ulteriori verifiche preliminari, da parte dei rispettivi BIM specialist, in merito al rispetto dei requisiti dei contenuti informativi dei modelli digitali di ciascuna disciplina
- inseriti i dati mancanti dai rispettivi attori competenti per completare il contenuto informativo del modello informativo dell'edificio esistente (attraverso la condivisione del modello in formato IFC, con Excel grazie al formato COBie, direttamente all'interno della piattaforma collaborativa ACDat, utilizzando appositi BIM tool)
- aggiornate e integrate le informazioni inizialmente inserite negli attributi informativi di ciascun oggetto BIM
- realizzati gli abachi dei macroelementi del fabbricato esistente (coerenti ai livelli di sviluppo, LOD, raggiunti nella modellazione di ciascun oggetto BIM)
- estratti i molteplici report necessari (relativi a delle precise porzioni, all'intero modello o a più modelli di differenti discipline federati) del fabbricato esistente.

Una volta completata la costruzione del modello digitale dell'edificio (esistente in fase di esercizio) e inseriti gli attributi informativi e i dati richiesti per il

contenuto informativo, questo database può essere condiviso e consentire di gestire anche le informazioni operative e le attività di manutenzione.

Le librerie degli insiemi di attributi informativi devono essere appropriate alle funzioni per la quali vengono previste; il livello di sviluppo e completezza delle informazioni di ciascun oggetto BIM varierà in base alle necessità della committenza.

3.6. Vantaggi operativi del modello integrato: Clash Detection e Model Checking negli interventi sul costruito

Il modello federato di un edificio esistente può essere considerato di qualità se soddisfa determinate regole²⁴ e supporta una varietà di analisi e simulazioni.

Per poter impiegare gli strumenti di controllo della qualità del modello, quest'ultimo deve disporre di informazioni complete, corrette ed esplicite come potrebbero essere definite nel Capitolato informativo.

Un beneficio dell'implementazione del processo BIM è la possibilità di valutare in anticipo e revisionare i progetti e le molteplici varianti di interventi proposte su un edificio esistente attraverso un modello digitale, condivisibile secondo necessità sfruttando i limiti e i vantaggi di un formato aperto condivisibile tra gli attori del processo, l'IFC.

Ad esempio, al proprietario è possibile richiedere l'impostazione di regole per verificare il rispetto del budget durante l'esecuzione degli interventi commissionati.

In un edificio esistente in fase di esercizio, il modello federato delle diverse discipline (architettonica, impiantistica, strutturale, territoriale, etc) consente²⁵ di confrontare e valutare la compatibilità dei progetti degli interventi previsti. La possibilità di far emergere²⁶ delle incongruenze consente di ridurre i costi che si

²⁴ ad esempio, di sintassi del linguaggio per verificare l'efficacia delle comunicazioni tra gli attori delle differenti discipline

²⁵ implementando specifiche regole e verifiche

²⁶ preventivamente alla realizzazione dell'elemento costruttivo

sarebbero potuti dover sostenere in seguito a causa dell'errata progettazione e delle conseguenti rilavorazioni necessarie.

I software BIM tool sviluppati dalle case produttrici²⁷ per supportare il processo di controllo e revisione dei modelli di molteplici discipline vengono detti di Model Checking; quelli che assistono i tecnici incaricati nella verifica della rispondenza del progetto alle norme sono chiamati di Code checking.

Operativamente, durante la modellazione BIM, una volta ottenuto il modello federato del fabbricato esistente con anche gli interventi previsti dalla commessa, nelle apposite fasi del processo²⁸, è possibile verificare le interferenze (clash detection), cioè rilevare i conflitti (le eventuali interferenze degli elementi):

- tra gli oggetti dei modelli di discipline differenti che occupano lo stesso spazio fisico (come ad esempio una tubazione che attraversa una trave o un pilastro)
- tra gli oggetti che presentano parametri incompatibili (come ad esempio una finestra troppo vicina ad un pilastro, con uno "spazio di manovra" insufficiente per consentire al tecnico di effettuarne il montaggio o la manutenzione).

Nel processo di gestione e risoluzione delle incoerenze informative o delle interferenze fisiche (collisioni) ed informative rilevate durante le verifiche del modello il formato aperto BCF (BIM Collaboration Format), basato su XML, standard di buildingSMART, consente ai diversi attori del processo di collaborare, condividere delle informazioni²⁹ e associarle al modello digitale in formato IFC.

Quando i file BCF vengono aperti nei diversi software BIM compatibili (ad oggi, oltre alle ACDat, lo sono ormai la maggior parte delle piattaforme di BIM

²⁷: alcune di queste funzionalità sono integrate anche in quelli di BIM authoring e nelle piattaforme ACDat

²⁸: infatti, le verifiche hanno un proprio ciclo di vita, rimangono valide se non mutano le caratteristiche dei modelli

²⁹ commenti, messaggi, testi, immagini, segnalazioni di problematiche

authoring e alcuni software BIM tool) mettono a disposizione l'elenco dei conflitti riscontrati nel modello informativo condiviso e li mostrano evidenziati nelle posizioni critiche specifiche.

Questo approccio consente, ad esempio, di verificare preliminarmente sul modello informativo che gli interventi pianificati³⁰ siano compatibili allo stato di fatto dell'edificio esistente.

Le verifiche preliminari di coerenza vengono eseguite durante la fase di ricostruzione digitale del fabbricato esistente, generalmente da parte dei BIM specialist interessati. Ulteriormente, anche il BIM coordinator e il BIM manager possono verificare³¹ la conformità dei modelli delle differenti discipline.

Ad esempio, il modello informativo dello stato di fatto di un edificio esistente e quello degli interventi previsti possono essere esportati dal software di BIM authoring in formato IFC e condivisi con il revisore addetto; il quale può caricarli su un software BIM tool specificatamente realizzato con funzioni di controllo dei modelli basate su regole (come può essere Solibri Model Checker) ed effettuare le verifiche di incoerenza nei modelli ricevuti. Una volta completato il processo, tutte le conformità e le difformità emerse possono essere caricate assieme al modello in formato IFC, grazie al file in formato BCF, direttamente sull'ambiente di condivisione dati³² oppure anche nei software di BIM authoring utilizzati dai BIM specialist per essere sistemate. Qualora la commessa preveda l'ACDat, saranno evidenti anche i benefici in termini di trasparenza e tracciabilità delle revisioni apportate al modello digitale, in quanto una volta caricati il modello in IFC e il file BCF allegato all'interno dell'ambiente viene mantenuto lo storico dove sono visibili le criticità ancora aperte e quelle già risolte.

In base alle differenti complessità e tipologie di verifiche e regole applicate al modello dell'edificio esistente in genere i software presentano delle

³⁰ di gestione, manutenzione, rinnovamento, etc.

³¹ con software di BIM authoring, visualizzatori e di revisione, model checker o anche direttamente nell'ambiente di condivisione dati

³² qualora utilizzato nella commessa

rappresentazioni predefinite a supporto; queste ultime possono essere banali (come un valore massimo) o più complesse (relazioni geometriche). Ad esempio, nel caso di un'analisi del percorso più rapido verso l'uscita in caso di incendio i controlli possono essere applicati ai percorsi di esodo.³³

Il controllo della qualità del modello sta diventando ogni anno sempre più automatizzato. Questo trend consente una riduzione degli inserimenti manuali da parte degli utenti / dei tecnici con un conseguente risparmio di tempo e una riduzione degli errori che si possono commettere durante la compilazione.

Queste verifiche possono essere effettuate anche sul contenuto semantico inserito nel modello per verificarne la rispondenza a quello supportato dai software e dai formati di interscambio dei dati.

I controlli del modello federato aiutano gli attori del processo a ispezionare virtualmente l'edificio e ad automatizzare un processo di revisione del progetto anche con strumenti software di visualizzazione e navigazione del modello.³⁴

Ad esempio, l'utilizzo di un modello integrato dell'edificio esistente³⁵ consente una migliore collaborazione sul luogo di lavoro; infatti, il modello dopo aver superato le verifiche può essere anche utilizzato su dispositivi mobili (smartphone, tablet, pc portatili) e facilitare il tracciamento del materiale, l'avanzamento dell'installazione e il posizionamento dei prodotti edilizi durante gli interventi di manutenzione, recupero, etc.

Una volta raggiunta una maturità avanzata del processo BIM tutte le figure coinvolte saranno in grado di definire regole e controllarle senza che siano richieste competenze di programmazione avanzate.

³³ Chapter 2.4 BIM MODEL QUALITY AND MODEL CHECKING - - Sacks, Rafael; Eastman, Chuck; Lee, Ghang; Teicholz, Paul. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers. Wiley, 2018

³⁴ Guida al BIM – La rivoluzione digitale dell'edilizia seconda edizione – ACCA software, 2018, seconda edizione

³⁵ Chapter 10 BIM Case Studies - Sacks, Rafael; Eastman, Chuck; Lee, Ghang; Teicholz, Paul. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers. Wiley, 2018

3.7. Estrazione semi-automatizzata degli elaborati grafici

Il modello digitale di un edificio esistente con gli oggetti BIM e gli attributi informativi è in grado di trasmettere un numero di informazioni molto superiore rispetto ai disegni tradizionali.

Attualmente³⁶ nei processi edilizi italiani, la documentazione contrattuale prevede ancora nella maggior parte dei casi l'utilizzo di disegni e tavole (su supporti cartacei o elettronici).

Gli elaborati grafici (piante, prospetti, sezioni) riproducono delle viste dell'edificio nello spazio. Tali strumenti di rappresentazione, con la graduale implementazione dei processi di digitalizzazione, verranno sempre più richiesti a titolo integrativo, cioè, come viste specializzate del modello informativo digitale dell'edificio esistente o come report estratti direttamente da questo.

Affinché possa avvenire in maniera sempre più efficace, l'estrazione dei disegni, dei report e delle informazioni associate agli oggetti BIM del modello con gli strumenti della modellazione BIM deve richiedere pochi interventi da parte degli attori interessati; pertanto tale approccio progettuale consente una riduzione importante degli errori derivanti dai mancati aggiornamenti delle viste, più frequenti delle metodologie di lavoro tradizionali.

A titolo di esempio, gli strumenti BIM di modellazione parametrica orientata agli oggetti consentono di assegnare una posizione ad una linea di sezione, estrarre la vista e completarla inserendole manualmente dei dettagli e delle annotazioni. In tale situazione è possibile che qualora si debba cambiare la posizione della sezione, le informazioni associate alla nuova vista vengano aggiornate coerentemente al modello informativo, mentre le integrazioni precedentemente aggiunte rimarranno invariate e richiederanno l'intervento diretto dell'operatore.

³⁶ <http://www.anceaies.it/appalti-pubblici-obbligatorie-le-comunicazioni-elettroniche/>;
https://www.codiceappalti.it/DLGS_50_2016/Art_44_Digitalizzazione_delle_procedure/8418;
<http://www.anceaies.it/appalti-pubblici-obbligatorie-le-comunicazioni-elettroniche/>;
<http://www.ance.it/search/ultimenotizie.aspx?docId=33971&id=18&pid=11&pcid=13>

Le funzioni oggi disponibili nella modellazione BIM consentono di raggiungere differenti livelli di qualità nella generazione di disegni da modelli 3D dettagliati.

Il livello meno avanzato permette di produrre disegni e generare sezioni tagliando il modello 3D e richiede l'intervento del tecnico competente per modificare i formati delle linee, le dimensioni, le annotazioni. Questi componenti sono associativi, pertanto sono legati alla specifica sezione.

Una evoluzione della metodologia di estrazione degli elaborati è quella dell'utilizzo dei modelli associati agli elementi costruttivi; in questo caso ciascun oggetto BIM ricostruisce in maniera automatica, da precisi attributi, la formattazione, le dimensioni, le annotazioni. Anche in questo caso, le modifiche realizzate in 2D sulla specifica vista non possono essere recepite, senza interventi manuali, dalle altre proiezioni del modello, cioè le modifiche compiute sul modello non si aggiornano automaticamente anche nei disegni integrativi delle viste 2D.

Gli strumenti di modellazione più sofisticati (tuttora in fase di affinamento), invece, consentono modifiche bidirezionali tra i disegni e i modelli. Pertanto, qualsiasi aggiornamento in una vista viene trasmesso in tempo reale anche nelle altre a tutto beneficio di una riduzione dei tempi di lavoro³⁷. Ad esempio, la sostituzione di un infisso nel modello con uno nuovo, a causa del suo danneggiamento o in seguito ad un intervento di riqualificazione energetica, verrà registrata anche nelle viste, negli abachi, nelle etichette, etc.).

La precisione e la completezza degli elaborati ovviamente sono anche correlate al livello di sviluppo (LOD) di ciascun oggetto BIM del modello dell'edificio esistente.

Nel corso dei prossimi anni si potrà verificare una graduale riduzione del supporto cartaceo a vantaggio dei dispositivi mobili (tablet, notebook, kit per la

³⁷ Seminario sul Teamwork, ARCHICAD, Graphisoft Italia

VR e la AR, etc.), mentre i disegni verosimilmente continueranno ad avere un ruolo all'interno delle diverse fasi del processo edilizio e a migliorare negli aspetti legati all'estrazione semi-automatizzata³⁸.

Probabilmente però, l'automatizzazione completa del processo di generazione delle viste sarà difficilmente raggiungibile per via delle molteplici possibilità e convenzioni (grafiche e non) con le quali è possibile realizzare dei disegni.

3.8. Gestione dei tempi e dei costi

Prima di eseguire lavori di manutenzione, recupero, restauro, etc. il committente di una commessa richiede preventivamente all'affidatario la stima dei costi (previsti, ma anche imprevisti) e dei tempi necessari per realizzare l'intervento. In corso d'opera può essere necessario apportare modifiche al progetto, vuoi per imprevisti che per cambiamenti delle scelte inizialmente effettuate, ed è importante essere consapevoli di come queste varianti incidono sia sui costi che sui tempi di realizzazione. Infatti, il budget ha praticamente sempre un'incidenza rilevante sia sulla progettazione che sulle successive scelte effettuate.

Collegando il modello digitale del progetto allo strumento software BIM tool appropriato (per realizzare le stime dei costi e dei tempi, come ad esempio STR Vision CPM) è possibile effettuare stime rapide, accurate e verificare con maggiore precisione l'impatto di ciascuna di queste varianti sul budget iniziale. Inoltre, gli scostamenti dal budget dei costi effettivi possono essere evidenziati visivamente nella finestra dedicata al modello e riportati in grafici sovrapposti sia dei costi realmente sostenuti che di quelli inizialmente preventivati; ciò consente anche di rilevare a colpo d'occhio il punto o i punti in cui si verificano le discrepanze più significative.

Alcuni esempi di casi in cui si riscontrano vantaggi derivanti dalla pianificazione degli interventi basata sull'utilizzo della modellazione BIM sono:

³⁸ Chapter 2.7 Conclusion - Sacks, Rafael; Eastman, Chuck; Lee, Ghang; Teicholz, Paul. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers. Wiley, 2018

- lavori di riqualificazione di complessi edilizi esistenti che prevedono attività lavorative ad elevato rischio per le squadre di lavoro; il tempo richiesto per eseguire queste lavorazioni può essere influenzato da particolari condizioni lavorative ed il modello consente di verificare i ritmi di lavoro reali rispetto a quelli preventivati o di analizzare gli orari di lavoro
- l'utilizzo di modelli digitali può supportare le squadre dei tecnici e dei fornitori ad affrontare condizioni impreviste e gestire meglio i tempi
- in caso di guasti e malfunzionamenti nell'organismo edilizio, l'uso di modelli digitali e delle informazioni ad essi associate può aiutare a localizzare velocemente le aree e i componenti del sistema edilizio interessate dai guasti con un notevole risparmio di tempo (e di conseguenza di costi) per la riparazione degli stessi
- qualora sia disponibile uno storico consolidato di progetti già realizzati, quando si effettuano stime di costi relativi a manutenzioni o riparazioni talvolta è possibile fare riferimento a dati di progetti precedenti. L'uso di questi dati all'interno dei processi di stima può avvenire semplicemente esportando i dati rilevanti dal modello BIM della commessa precedente. Il modello della commessa in corso può essere modificato in modo veloce per valutare una serie di soluzioni alternative. Ad oggi, è doveroso evidenziare come uno dei software più usati per realizzare delle stime è ancora Microsoft Excel
- con gli strumenti software BIM tool possono essere gestiti anche gli acquisti dei prodotti definiti dagli oggetti BIM.

L'utilizzo degli strumenti software BIM di simulazione è uno dei nuovi ambiti di applicazione del processo BIM in crescita; con le frequenti innovazioni tecnologiche in atto in questi ultimi anni possono ulteriormente svilupparsi e affermare il loro ruolo di "strumenti per aumentare le conoscenze e la consapevolezza" dei progettisti a supporto delle decisioni progettuali.

3.9. Il modello nella fase di cantiere

L'applicazione di un modello digitale di cantiere a supporto della gestione della sicurezza in cantiere può consentire diversi benefici rispetto ai tradizionali metodi di pianificazione (generalmente sviluppati in fasi separate rispetto alle altre attività di progettazione e con rappresentazioni bidimensionali dei layout di cantiere).

Un flusso di lavoro simile può portare ad errori di valutazione, omissioni e carenze nella valutazione, che potrebbero mettere a rischio la sicurezza e la vita dei lavoratori addetti al cantiere.

L'implementazione della digitalizzazione del cantiere può consentire di innalzare il livello di sicurezza all'interno del cantiere e ridurre i rischi del lavoro, in armonia con quanto sancito dai principi del Testo Unico sulla salute e sicurezza sul lavoro (D.Lgs. 81/2008 e successivi aggiornamenti).

Ogni cantiere è un unico e diverso dagli altri, pertanto, non è possibile utilizzare uno schema tipo replicabile in qualsiasi cantiere, in quanto diversi sono i fattori che incidono sulla valutazione della sicurezza di un cantiere, dal tipo di costruzione, all'area dell'intervento, etc., per cui è indispensabile sviluppare il prototipo personalizzato di ciascun cantiere.

La realizzazione dei modelli digitali BIM di cantiere consente ai tecnici di sviluppare il progetto della sicurezza in cantiere fino nei minimi particolari (qualora necessario), dalle fasi di concezione e progettazione a quelle di attuazione e produzione, prevedendo sia prescrizioni generali che specifiche, nei diversi livelli di sviluppo (LOD) e basandosi sulla effettiva situazione che si ritroverà in cantiere.

Alcuni dei documenti fondamentali a supporto del PSC (Piano di sicurezza e coordinamento) sono gli allegati grafici della planimetria di cantiere, che contiene informazioni in merito alla recinzione di cantiere, alla viabilità interna, alle aree destinate a stoccaggio, al posizionamento dei servizi igienici o dei macchinari/attrezzi, presenza di reti fognarie, linee elettriche, gasdotti, distanza

del cantiere dai centri abitati o dai luoghi di approvvigionamento dei materiali da costruzione, oltre ad informazioni sul contesto ambientale, etc.

Ciascuno di questi fattori esterni può condizionare la progettazione di cantiere al punto di favorire scelte organizzative differenti. Altre volte può invece essere il cantiere a condizionare l'ambiente circostante (ad esempio con rumori elevati o esalazioni nocive).

Con la modellazione informativa BIM la scomposizione analitica degli interventi previsti in fase di progetto, per l'edificio esistente, nelle relative fasi e sottofasi (tipicamente gestita con WBS, Work Breakdown Structure) può essere effettuata in maniera sempre più approfondita man mano che aumentano il livello di sviluppo (LOD) degli oggetti richiesti dalla commessa e il grado di precisione delle misure di sicurezza.

Il diagramma a barre di Gantt (uno degli strumenti più utilizzati per realizzare il cronoprogramma dei lavori), in merito agli aspetti della sicurezza presenta un'utilità limitata, principalmente emergente nell'evidenziare i gironi con maggiore affollamento.

Con le metodologie di lavoro BIM il coordinatore della sicurezza per la progettazione (CSP) può, attraverso una meta-progettazione del modello informativo di cantiere, visualizzare e valutare i rischi delle ipotesi studiate.

Inoltre, tali proposte possono essere condivise tra tutte le figure coinvolte tramite i file di interscambio dati IFC, e utilizzate (su differenti strumenti software BIM) allo scopo di effettuare le scelte progettuali che presentano dei rischi ridotti.

Le simulazioni rese possibili dalla modellazione BIM consentono di differenziare il modello nella fase della progettazione degli interventi sull'esistente da quella in fase di produzione e di evidenziare con facilità la mancata adozione delle misure di sicurezza.

Nella parte 4 della norma UNI 11337 è contemplata la produzione di modelli tridimensionali di cantiere. Tali modelli devono essere strutturati in maniera da contenere informazioni sempre più dettagliate (in merito alla scelta di

attrezzature, materiali, etc.) e relative alle successive fasi di lavorazione in cui il modello è suddiviso. Maggiore è il dettaglio ottenuto, più accurata ed attendibile risulta la simulazione digitale effettuata.

Per la realizzazione di un modello 3D di lavoro il più simile possibile alla realtà, ed in grado di supportare la simulazione delle lavorazioni che si vanno a svolgere in cantiere è possibile utilizzare degli oggetti BIM parametrici di cantiere contenuti in specifiche librerie o specificatamente realizzati.

Ad esempio, la procedura di modellazione di un ponteggio prevede:

- la scelta dell'oggetto parametrico specifico dalla libreria degli oggetti BIM
- l'assegnazione del numero e delle dimensioni di impalcature desiderate

e consente di ottenere, nei vari passaggi richiesti per il montaggio, i modelli digitali (comprensivi dei telai, delle diagonali, dei parapetti e delle tavole fermapiede necessarie) di un ponteggio e valutarne l'esecuzione in sicurezza.

Inoltre, ogni modifica del ponteggio all'interno del cantiere può essere ottenuta semplicemente variando i parametri assegnati, con un chiaro risparmio di tempo.

Con lo stesso metodo si possono modellare tutte le attività di cantiere (strade, recinzioni, corsi fluviali, scarpate, etc.).

La modellazione 3D nei programmi CAD tradizionali è, generalmente, di tipo statico. La transizione, oggi in atto, verso la modellazione parametrica 4D orientata agli oggetti consente, invece, una descrizione dinamica, nel tempo, della geometria nello spazio 3D.

A ciascun elemento costruttivo (virtualizzato come oggetti BIM) dell'opera edilizia esistente possono essere associate le attività, le lavorazioni che lo riguarderanno durante gli interventi previsti dal progetto.

Questa metodologia di lavoro, supportata da modelli 4D di cantiere, porta notevoli vantaggi, in quanto consente di:

- simulare differenti soluzioni di evoluzione del cantiere, in tempi ridotti, e rivelare i possibili colli di bottiglia presenti nel processo

- migliorare la comunicazione visiva del progetto e del processo di costruzione pianificato e la collaborazione tra le parti interessate della commessa
- gestire la logistica del sito in maniera più controllata (le aree di stoccaggio, l'accesso all'interno del sito, l'ubicazione delle attrezzature di grandi dimensioni, i rimorchi, etc.)
- coordinare i tempi previsti, i lavori in spazi ristretti
- estrarre i disegni e le schede operative di sicurezza direttamente dal modello digitale del cantiere e (qualora richiesti) stamparli direttamente
- disporre di elaborati sempre aggiornati che consentono di confrontare il reale stato avanzamento lavori con quello preventivato per poter stimare dei tempi di consegna attendibili
- monitorare tutte le risorse impiegate
- organizzare gli oggetti BIM del modello digitale in modo da individuare “a colpo d'occhio” la sequenza delle differenti fasi di costruzione e con degli strumenti software appositi (BIM tool, plugin di terze parti) gli si possono associare anche le apposite lavorazioni a supporto di un flusso di lavoro più efficiente
- facilitare il lavoro dei tecnici dell'impresa appaltatrice, che possono avvalersi dei benefici della modellazione digitale, a supporto della propria esperienza e delle capacità individuali
- istruire in loco gli addetti al cantiere in merito ad alcuni aspetti particolari, cioè ad ogni lavoratore possono essere date precise indicazioni sulla situazione in cui verrà a trovarsi, e fissate le misure di sicurezza da adottare per ogni specifica situazione in cui andrà ad operare
- ottimizzare i processi costruttivi
- monitorare i traguardi intermedi alle lavorazioni in merito ai tempi impiegati ed attivarsi per rispettare i tempi di consegna
- simulare l'andamento del terreno grazie all'inserimento nel modello delle informazioni cartografiche

- verificare e prevenire eventuali possibili sovrapposizioni di spazio e tempo delle lavorazioni tramite l'utilizzo di rendering in tempo reale ottenuti dalle simulazioni inserite
- rilevare automaticamente i conflitti per i quali sono state previste delle regole e delle verifiche
- identificare preventivamente errori di progettazione, dove ad esempio gli oggetti possono essere posizionati nello stesso spazio (pertanto risultano sovrapposti) o essere troppo vicini per un accesso, o per gestire la manutenzione o ancora per garantire la sicurezza.

Quando viene sviluppato, il rilevamento di interferenze 4D è in grado di rilevare sia le collisioni tra gli oggetti, permanenti o temporanei, che siano statici (ad esempio colonne, travi, tubi) piuttosto che in movimento (come può essere un camion o una gru).

Infine, quando il contratto prevede la collaborazione tra gli attori del processo edilizio attraverso un ACDat, ogni impresa subappaltatrice (relativamente alle sue competenze ed autorizzazioni) può accedere alla piattaforma collaborativa digitale ed interagire con l'impresa affidataria (i team lavorano con modelli informativi condivisi). Allo stesso tempo il committente sarà in grado di osservare gli aggiornamenti al modello federato, integrato dai modelli delle varie discipline interessate.

3.10 Gestione post intervento: Facility Management e Real Estate

I processi e gli strumenti BIM consentono di apportare benefici, non solo nelle fasi di progettazione e di costruzione ma, anche nella fase di gestione e manutenzione dell'immobile esistente.

La possibilità di inserire nuove informazioni in ogni fase del ciclo di vita dell'edificio, in modo da disporre di un modello digitale sempre aggiornato, ridurrà le potenziali perdite di informazioni che oggi possono avvenire nei vari passaggi del processo edilizio utilizzando metodi di lavoro tradizionali, oltre a generare vantaggi in termini di tempo. Il proprietario che dispone di un modello

informativo digitale con queste caratteristiche lo potrà utilizzare in modo efficace, con vantaggi rappresentati da minori costi di gestione e manutenzione (FM), a fronte di un miglior servizio.

In genere il modello as-built sviluppato per la progettazione e la costruzione non è sempre adatto per la gestione (e manutenzione) dell'edificio in fase di esercizio (FM, Facility Management), in quanto il primo contiene molte informazioni relative alla costruzione non utili nella fase di gestione, ed è invece carente in merito a definizioni per la gestione dello spazio o sulle possibilità di interconnessione di sistemi e di dati delle apparecchiature (ad esempio non sono presenti dati di molti elementi della struttura).

A seconda del contesto di intervento, il Modello BIM-FM può derivare dal modello BIM As-Built o da quello As-Is, dal quale vengono rimosse le informazioni non utili (come ad esempio i dettagli costruttivi o i fogli di lavoro). Ulteriori informazioni integrate nel nuovo modello, invece, sono quelle relative:

- alle attrezzature ed ai sistemi di gestione degli impianti
- agli eventuali lavori in corso
- alle manutenzioni
- agli eventuali costi di sostituzione di attrezzature
- informazioni meccaniche
- agli impianti elettrici
- alle protezioni antincendio

al fine di migliorare le prestazioni generali dell'edificio esistente.

Esistono diverse modalità per la gestione del passaggio delle informazioni dalle fasi di progettazione e costruzione a quella di gestione e manutenzione.

Nel caso di edifici appartenenti al patrimonio edilizio esistente alcune soluzioni possibili sono:

- l'inserimento manuale basato su informazioni estratte da disegni 2D o 3D, documenti, rilievi, etc. Questo metodo è dispendioso sia in termini di

tempo che in termini di costi, oltre ad essere soggetto ad errori, non è adatto per edifici moderni di medie e grandi dimensioni.

- l'implementazione di sistemi CMMS, cioè di software utilizzati per supportare il passaggio delle informazioni necessarie alla gestione della manutenzione agli strumenti software di FM nel processo edilizio. Uno degli ostacoli incontrati nel passaggio dal BIM ai CMMS è rappresentato dal fatto che anche i formati standard (come ad esempio IFC) di scambio dei dati negli strumenti BIM e in quelli CMMS non sono sempre compatibili.

Le informazioni raccolte, collegate agli oggetti contenuti nel modello, possono essere utilizzate per verificare il corretto funzionamento di tutti i sistemi, mediante un monitoraggio in tempo reale. Un esempio di formato aperto che viene utilizzato per trasmettere le informazioni tra i software BIM e quelli di FM è COBie.

I proprietari degli immobili, quindi, devono acquisire sempre più competenze (o avvalersi del supporto di figure preparate) per poter comprendere il funzionamento e gestire le proprie strutture con gli strumenti BIM.

Nell'ambito del Real Estate, i processi BIM rivestono già un ruolo rilevante per molte nuove costruzioni nel mondo e potranno gradualmente diventare sempre più importanti anche nella gestione degli spazi degli immobili esistenti.

L'utilizzo di modelli As-Is e BIM-FM è solo agli inizi, ma permette di intravedere gli enormi benefici che potrà portare:

- nella gestione degli spazi, sia in termini di locazione e allocazione di specifiche aree per usi temporanei (ad esempio fiere, esposizioni, mostre, eventi, etc.) che per usi più stabili (ad esempio per valutare le modifiche all'allestimento di immobili che ospitano attività del settore terziario).
- nel caso di un edificio con destinazione d'uso prevalente ad uffici, ad esempio, per controllare e gestire il riscaldamento in base al numero degli

occupanti, il livello di illuminazione (e, magari, verificarne l'adeguatezza rispetto alla destinazione d'uso)

nella valutazione di differenti soluzioni di interventi di riqualificazione energetica, miglioramento o adeguamento sismico, etc. confrontandole in tempo reale consentendo al committente di scegliere quella che meglio si adatta alle proprie esigenze e budget.

4. Modalità di intervento nel processo digitale

4.1. La condivisione e il teamworking nel processo edilizio digitalizzato

L'interoperabilità è un fattore fondamentale del processo BIM. Uno dei problemi più frequenti che emerge dalla collaborazione di più squadre di lavoro all'interno di una commessa è la perdita di dati. Alcuni tra i principali fattori tecnici che determinano l'insorgere di criticità nella condivisione delle informazioni tra le differenti parti interessate dipendono da:

- il fatto che non sempre i dati di interesse contenuti nel modello riescono ad essere trasmessi tra i differenti software BIM per via delle differenti strutturazioni dei formati di scambio dati
- la presenza di bug del software³⁹; tale comportamento in genere produce un risultato diverso da quello atteso oppure errato
- l'ambito di applicazione del software; ad esempio, un programma per la stima dei costi memorizza i dati relativi alle quantità da computare estraendoli dal modello digitale, ma⁴⁰ può decidere di non memorizzare i dati relativi alla visualizzazione del modello in 3D
- la definizione di appropriati e condivisi livelli di sviluppo (LOD) in grado di supportare i diversi tipi di usi e obiettivi dei modelli durante l'intero ciclo di vita dell'opera
- la resistenza a condividere le informazioni con gli altri attori del processo per problemi contrattuali, di proprietà intellettuale, di sicurezza o anche di minore rilevanza.

Molti di questi ostacoli possono essere superati pianificando fin dalle fasi iniziali del processo BIM le strategie e gli schemi di scambio dei dati da adottare nei diversi flussi di lavoro tra le squadre delle differenti discipline.

Gli scambi dei dati nei software BIM, generalmente, possono avvenire in tre modi differenti:

³⁹ cioè di errori o guasti che determinano il malfunzionamento dello stesso software

⁴⁰ vista la minore rilevanza per i suoi fini o per mantenere una certa leggerezza dei file

- collegando direttamente i due programmi tramite l'utilizzo di un'API (Application Programming Interface); come ad esempio tra i differenti software di una casa produttrice (Revit e MEP) o tra software di due case produttrici che stringono accordi commerciali per permettere scambi di dati con formati proprietari in modo da fornire un supporto migliore o funzionalità appositamente studiate per quegli usi
- utilizzando un file temporaneo sul quale registrare i dati da scambiare tra i due programmi
- scambiando i dati tra i due programmi in tempo reale, attraverso un comando specifico su quello in uso che di volta in volta li richiede all'altro.

L'utilizzo delle API, attualmente, consente funzionalità non facilmente supportate dai formati aperti (come ad esempio IFC). Infatti, IFC è in grado di supportare lo scambio dei dati previsti e inclusi nella sua strutturazione (basata su uno schema aperto e pubblicamente gestito), che seppur permetta vastissime funzionalità presenta comunque, inevitabilmente, alcuni limiti.

Un'altra modalità possibile per lo scambio dei dati, delle informazioni, dei modelli BIM è l'utilizzo di sistemi per la gestione di database (DBMS).

I server BIM o le piattaforme cloud (come ad esempio l'ACDat) correttamente configurati per gestire i database delle informazioni di loro interesse, in genere, sono strutturati secondo schemi per la gestione dei dati riconosciuti come standard a livello mondiale (per esempio l'IFC) e sono pensati⁴¹ per supportare un numero elevato di formati non solo aperti, ma⁴² anche di determinati formati proprietari; tutto ciò consente di facilitare il lavoro delle diverse squadre di lavoro delle differenti discipline specialistiche.

La gestione e condivisione dei dati tra gli attori del processo BIM con ambienti di condivisione dei dati consente differenti vantaggi:

⁴¹ coerentemente ai loro obiettivi

⁴² quando dispongono dei permessi necessari

- di organizzare il flusso di lavoro tra i team delle differenti discipline⁴³
- di assicurare l'integrità del progetto e dei database associati, bloccando e scartando gli errori e i malfunzionamenti quando si verificano, grazie all'architettura alla base di questi sistemi di gestione dei dati
- di offrire una visione trasparente⁴⁴ delle varie modifiche, revisioni apportate al modello e dei rispettivi autori
- di supportare una varietà di librerie di oggetti
- di utilizzare un modello informativo condiviso di riferimento per tutti gli attori
- di poter accedere al modello federato (per visualizzarlo, navigarci all'interno, inserire commenti, annotazioni, etc.) direttamente da un browser web
- di disporre di un architettura alla base del sistema scalabile, cioè in grado di gestire anche i progetti di dimensioni rilevanti senza causare rallentamenti e interruzioni al lavoro dei differenti attori del processo BIM (addirittura, ad esempio, alcune soluzioni in fase di sviluppo offrono anche la possibilità di ridurre i tempi di sincronizzazione trasmettendo solo gli oggetti modificati, senza richiedere di dover ricaricare l'intera porzione del modello interessata)
- a ciascun utente consente di poter lavorare sullo spazio di lavoro di propria competenza anche offline e, dunque, una certa flessibilità del luogo di lavoro (ad esempio anche in assenza di connessione questa metodologia di lavoro permette di creare o modificare elementi della propria area di lavoro, che poi verranno inviati o ricevuti quando la connessione viene ristabilita).

⁴³ ad esempio, assegnando a ciascun membro delle differenti squadre di tecnici un'"area di lavoro" specifica del modello, un ruolo, delle responsabilità e delle autorizzazioni

⁴⁴ in coerenza ai permessi di ciascun attore del processo

4.2. Vantaggi e criticità dell'approccio digitalizzato sull'esistente

L'approccio BIM in origine è stato sviluppato per supportare gli interventi di nuova costruzione; sono più recenti la ricerca e lo sviluppo delle sue applicazioni al patrimonio edilizio esistente.

A livello Europeo⁴⁵ si è deciso di affidare all'Italia⁴⁶ lo sviluppo delle integrazioni e delle linee guida dei processi BIM applicati al patrimonio edilizio esistente.

L'applicazione del BIM al patrimonio edilizio esistente come processo per lo scambio delle informazioni di un'opera⁴⁷ tra i diversi attori attraverso modelli digitali, durante l'intero ciclo di vita, può portare diversi benefici:

- un migliore controllo dei costi (ad esempio durante la stima di differenti proposte di intervento)
- tempi ridotti nei flussi di lavoro (quando correttamente pianificati)
- la riduzione di errori ed omissioni
- generare opportunità lavorative legate ai nuovi ruoli⁴⁸, definiti nella parte 7 della Norma UNI 11337 (recentemente pubblicata), previsti dalla metodologia di lavoro BIM
- un miglioramento della comunicazione e della collaborazione tra gli attori nelle diverse fasi del processo
- una gestione più accurata e "monitorabile"⁴⁹ della fase di esercizio dell'opera, attraverso il modello integrato BIM-FM
- un flusso di lavoro condiviso e trasparente, in cui a ciascun attore del processo è assegnato un ruolo, con le rispettive autorizzazioni e responsabilità.

⁴⁵ <https://www.ingenio-web.it/6381-digitalizzazione-di-processo-e-modello-lintroduzione-consapevole-dellapproccio-hbim-nel-recupero-degli-edifici-esistenti>, 18/01/2017 - Ing Ph.D. Simone Garagnani

⁴⁶ Paese con una cultura, delle tradizioni costruttive e un patrimonio storico-artistico consolidati in secoli di storia

⁴⁷ dei contenuti e dei progetti ad essa associati

⁴⁸ le figure dei BIM specialist, BIM coordinator e BIM manager

⁴⁹ alcuni esempi applicativi vengono esposti nel Capirolo 10 "BIM Case Studies" di "Sacks, Rafael; Eastman, Chuck; Lee, Ghang; Teicholz, Paul. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers. Wiley, 2018

D'altro canto, ogni innovazione che preveda⁵⁰ la modifica dei processi di lavoro presenta rischi, talvolta reali e altre volte solo percepiti, relativi ad ostacoli legali, di tutela della proprietà intellettuale, contrattuali, organizzativi nella gestione della commessa o anche dell'indisponibilità da parte di qualche attore a condividere il proprio materiale.

Alcune delle attuali criticità che, se adeguatamente affrontate, potrebbero facilitare la diffusione su larga scala del processo BIM applicato all'esistente sono:

- curve di apprendimento elevate, costi di formazione per il personale ed in alcuni casi anche il timore ad accettare l'aggiornamento a nuove metodologie di lavoro
- l'incompletezza del quadro regolatorio a disposizione delle stazioni appaltanti
- la definizione di criteri, processi e forme contrattuali ottimizzati per l'aggiudicazione delle gare d'appalto con il BIM, in grado di semplificare le procedure, nel rispetto delle cogenze attuali, e garantire livelli di produttività e qualità almeno uguali
- la necessità di una classificazione e denominazione globale degli oggetti con anche l'aggiunta di #Tag
- l'integrazione di un sistema di #Tag ad integrazione delle descrizioni delle lavorazioni nei prezziari regionali
- lo sviluppo di insiemi di attributi informativi e di apposite librerie di oggetti classificati per supportare molteplici applicazioni nelle differenti discipline⁵¹.

Ad oggi, in Italia, il mercato non è ancora pronto a adottare la metodologia BIM su larga scala⁵².

⁵⁰ Capitolo 4.6 "Barriers to implementing BIM: risks and common myths" di "BIM Handbook"

⁵¹ Capitolo 2.2 "Beyond parametric shapes; 2.2.1 Property and attribute handling" di "BIM Handbook"

⁵² nonostante l'ampio interesse riscosso dall'Intera Industria delle Costruzioni e la domanda in crescita registrata, negli Appalti Pubblici. Fonti: [https://www.edilportale.com/news/2018/10/mercati/bim-i-professionisti-lo-scelgono-per-essere-pi%C3%B9-competitivi_66430_13.html] - 16/10/2018,

A febbraio 2019 il Presidente dell'OICE, Gabriele Scicolone, ha dichiarato:

“Abbiamo qualche timore per una inversione di tendenza legata ai tentennamenti sulla riforma del codice degli appalti, che a nostro avviso, deve toccare pochi temi, salvaguardando la centralità del progettista e del progetto esecutivo, mirando alla velocizzazione delle procedure e alla certezza dei tempi”.

“Per questo proponiamo che si aggiudichino le gare in un tempo non superiore al doppio del tempo chiesto per predisporre le offerte e che si riducano drasticamente i “tempi di attraversamento”, spesso frutto di duplicazioni di ruoli e di inutile burocrazia. Non serve a nulla fare bandi con richiesta di BIM se poi le gare si aggiudicano in un anno. È tutto inutile”.

4.3. Il concetto di interoperabilità per i contenuti dei modelli

In informatica il concetto di interoperabilità si riferisce a:

“la capacità di un sistema o di un prodotto informatico di cooperare e di scambiare informazioni o servizi con altri sistemi o prodotti in maniera più o meno completa e priva di errori, con affidabilità e con ottimizzazione delle risorse.

Obiettivo dell'interoperabilità è dunque facilitare l'interazione fra sistemi differenti, nonché lo scambio e il riutilizzo delle informazioni anche fra sistemi informativi non omogenei (sia per software che per hardware).”⁵³

Il D.Lsg 560/2017, all'art. 4, definisce l'interoperabilità nel processo di digitalizzazione del settore delle costruzioni:

https://www.edilportale.com/news/2019/02/bim-news/bim-nelle-gare-pubbliche-oice-nel-2018-balzo-del-219-sul-2017_68692_75.html - 18/02/2019,
https://www.edilportale.com/news/2019/02/mercati/gare-di-progettazione-oice-a-gennaio-crollo-del-667-rispetto-a-dicembre_68751_13.html - 20/02/2019].

⁵³ Fonte: <https://it.wikipedia.org/wiki/Interoperabilit%C3%A0>

“1. Le stazioni appaltanti utilizzano piattaforme interoperabili a mezzo di formati aperti non proprietari. I dati sono connessi a modelli multidimensionali orientati a oggetti secondo le modalità indicate nei requisiti informativi di cui all’articolo 7 e devono essere richiamabili in qualunque fase e da ogni attore durante il processo di progettazione, costruzione e gestione dell’intervento secondo formati digitali aperti e non proprietari, normati, fatto salvo quanto previsto all’articolo 68 del codice di contratti pubblici, a livello nazionale o internazionale e controllati nella loro evoluzione tecnica da organismi indipendenti. Le informazioni prodotte e condivise tra tutti i partecipanti al progetto, alla costruzione e alla gestione dell’intervento, sono fruibili senza che ciò comporti l’utilizzo esclusivo di applicazioni tecnologiche commerciali individuali specifiche.

2. I flussi informativi che riguardano la stazione appaltante e il relativo procedimento si svolgono all’interno di un ambiente di condivisione dei dati, dove avviene la gestione digitale dei processi informativi, esplicitata attraverso un processo di correlazione e di ottimizzazione tra i flussi informativi digitalizzati e i processi decisionali che riguardano il singolo procedimento.”

Con la modellazione BIM le caratteristiche fisiche e funzionali delle strutture degli edifici vengono rappresentate con modelli digitali e le informazioni in essi contenute, condivisibili da tutti i partecipanti al progetto, costituiscono una fonte affidabile dalla quale attingere per compiere delle scelte progettuali e di gestione durante l’intero ciclo di vita di un edificio esistente.

La possibilità di adottare una metodologia di lavoro OpenBIM significa integrare, sfruttare a pieno, le potenzialità del formato IFC, della libreria della semantica bSDD (o IFD) e dei processi nell’ottica di una più fluida collaborazione nella progettazione.

Il formato IFC permette di realizzare un flusso di lavoro trasparente ed aperto, che fornisce dati duraturi utilizzabili durante tutto il ciclo di vita dell’edificio, e data la neutralità, ne permette l’impiego anche negli appalti pubblici alle

Pubbliche Amministrazioni e si pone in un certo senso come garante di imparzialità nel controllo e nella validazione dei dati.

L'OpenBIM, pertanto, si configura come un “nuovo linguaggio digitale” per lo scambio collaborativo delle informazioni a supporto dell'interoperabilità, in quanto:

- consente ad ogni attore del processo di partecipare al lavoro progettuale generando dati condivisibili con tutti⁵⁴, anche in presenza di diversi strumenti software
- le informazioni⁵⁵ possono essere scambiate tra i fornitori, i progettisti ed i committenti e restano fruibili per effettuare delle comparazioni, potendo contare su una buona qualità dei dati
- I dati inseriti mantengono la loro stabilità per tutto il ciclo di vita dell'edificio.

4.4. Il formato aperto IFC

Siccome uno dei prerequisiti dei protocolli BIM è quello di garantire lo scambio delle informazioni, era necessario realizzare uno strumento atto allo scopo.

IFC è lo standard attualmente utilizzato per la conservazione e lo scambio dei dati nel settore dell'edilizia. Con questo formato i dati possono essere condivisi dai vari operatori indipendentemente dal tipo di software che utilizzano, consentendo l'interoperabilità con altri strumenti ed applicazioni BIM.

IFC è un modello di dati, ma anche un formato di file aperto e libero, nonché uno standard ISO, utilizzato anche per definire le relazioni tra elementi costruttivi.

Le informazioni in esso contenute, che possono essere di tipo geometrico (2D o 3D) o non geometrico (proprietà e quantità) non si danneggiano nel tempo e

⁵⁴ attraverso un formato aperto, standard riconosciuto a livello mondiale, di interscambio dei dati, l'IFC

⁵⁵ fornite nei formati, in accordo ai requisiti esplicitati dal committente nel CI

possono essere recuperate in qualsiasi momento nel futuro senza doverle riscrivere.

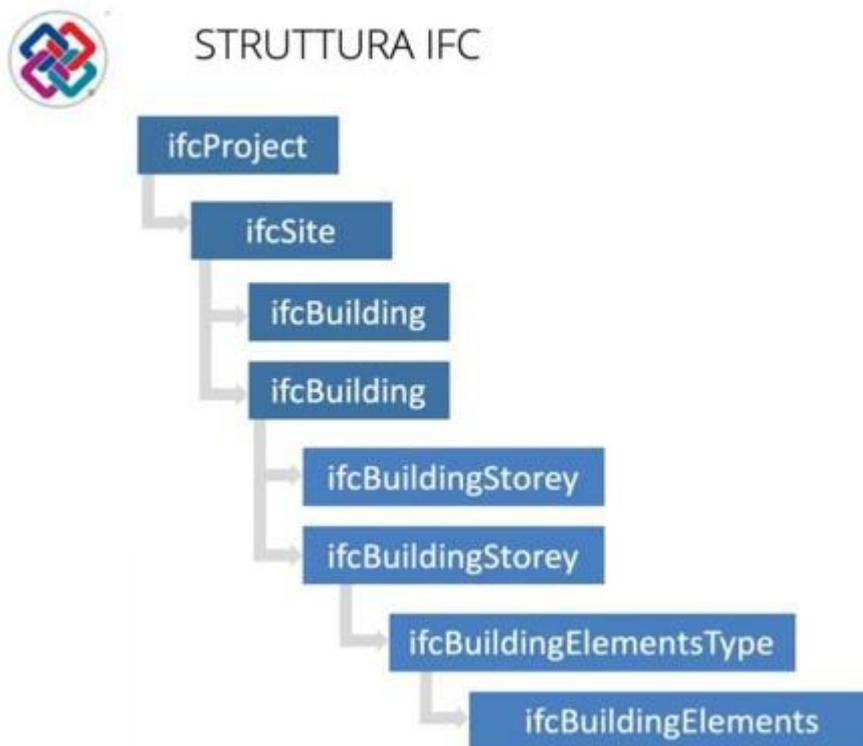


Figura 17: Struttura dell'IFC – Fonte: buildingSMART, <http://www.buildingsmart-tech.org/>, Seminario Graphisoft

Per meglio comprendere in quale modo lo schema IFC definisce le entità e le loro relazioni, si analizza l'esempio di una finestra.

La finestra, appartenente al "dominio" edificio è un'"entità", la cui definizione del tipo (cioè finestra) consente di fare riferimento alla finestra in analisi (ed ai suoi attributi e proprietà) sia all'interno dello stesso progetto che in quelli condivisi. Per ottenere un maggiore grado di dettaglio è possibile allegare ulteriori informazioni, dalle istruzioni di manutenzione, alla marca e modello, al formato, al periodo di installazione, allo stato di conservazione, etc.

Il formato IFC tenderà a diventare il formato principale ed a rendere sempre meno necessaria la presenza del formato proprietario (anche se al momento non è ancora in grado di risolvere tutti i problemi di interoperabilità).⁵⁶

Un modello digitale in IFC di qualità e aggiornato costituirà un ottimo supporto per i processi di FM (Facility Manager).

Le versioni di IFC attualmente presenti sono due: IFC2X3 e IFC4. Pur essendo la meno recente, IFC2X3 è attualmente la versione di riferimento, nonché la più diffusa. Le criticità di questa versione sono in parte superate dalla versione IFC4 (che tra i vari perfezionamenti prevede il supporto alle geometrie parametriche e il passaggio al formato digitale XML).

La versione IFC5, ancora in fase di pianificazione, oltre ad integrare le modifiche della IFC4, includerà la gestione del dominio delle infrastrutture ed ulteriori evoluzioni delle funzionalità parametriche.⁵⁷

4.5. ACDat: dalla raccomandazione normativa alla gestione effettiva dei dati condivisi

Il Regno Unito, con la norma PAS 1192, è stato il Paese apripista a proporre un sistema per la gestione digitale dei database strutturato secondo uno schema basato sugli oggetti BIM, il CDE (Common Data Environment).

In Italia, la definizione di Ambiente di Condivisione dei Dati (ACDat) è stata chiarita nell'articolo 2 del D.Lgs. 560/2017 (cosiddetto decreto "BIM" o "Baratono") e si riferisce a:

“Un ambiente digitale di raccolta organizzata e condivisione di dati relativi ad un’opera e strutturati in informazioni relative a modelli ed elaborati digitali prevalentemente riconducibili ad essi, basato su un’infrastruttura informatica la cui condivisione è regolata da precisi sistemi di sicurezza

⁵⁶ <https://www.cadlinesw.com/sito/blog/cos-e-ifc-e-cosa-e-necessario-conoscere>

⁵⁷ <http://www.buildingsmart-tech.org/specifications/ifc-releases/summary>

per l'accesso, di tracciabilità e successione storica delle variazioni apportate ai contenuti informativi, di conservazione nel tempo e relativa accessibilità del patrimonio informativo contenuto, di definizione delle responsabilità nell'elaborazione e di tutela della proprietà intellettuale.”

A “integrazione” di quanto sancito nel decreto, la Norma UNI 11337 (nelle parti 5 e 6) individua le linee guida e le modalità di redazione del Capitolato Informativo⁵⁸.

Pertanto, l'implementazione dell'ambiente digitale è determinante per supportare il processo BIM e decretare il successo della commessa; infatti questo sistema consente a tutti gli attori del processo di avere dei ruoli e delle responsabilità ben definiti, di poter disporre (in base alle proprie autorizzazioni) di tutte le informazioni della commessa, tracciabili, complete, aggiornate, organizzate e strutturate all'interno di un unico supporto informatico.

All'interno del Capitolato informativo il committente (la stazione appaltante) definisce in maniera esplicita le proprie richieste (i requisiti) in merito alla gestione informativa della commessa (dunque anche quelle relative all'ACDat).

Per soddisfare i requisiti delle norme nazionali (e adempiere alla funzione di unica sorgente delle informazioni della commessa), la piattaforma collaborativa ACDat deve:

- essere accessibile a tutti gli attori della commessa (in base alle rispettive autorizzazioni)
- consentire la tracciabilità, la conservazione e l'aggiornamento del contenuto informativo della commessa
- mantenere la cronologia delle revisioni intercorse
- supportare una molteplicità di formati di scambio dei dati e tipologie di documenti

⁵⁸ ovvero il documento contrattuale della commessa stipulato tra il committente e il soggetto affidatario

- permettere interrogazioni ed estrapolazioni del contenuto informativo, quando necessarie
- garantire la tutela della proprietà intellettuale, della riservatezza e sicurezza.

L'ambiente di condivisione dei dati può essere messo a disposizione dalla committenza o richiesto da quest'ultima all'affidatario; in genere è comunque meglio che rimanga sotto il controllo diretto del committente.

Il committente a seconda delle proprie necessità, potrà decidere di dotarsi di una propria ACDat o anche di utilizzarne differenti specifiche per ogni commessa.

In armonia con la organizzazione anglosassone, l'ambiente è generalmente costituito da almeno quattro aree (ciascuna con specifici criteri di accesso esplicitati nel Capitolato informativo) in successione tra loro, separate da dei "gate" nei quali avvengono le preventive valutazioni in merito al soddisfacimento dei requisiti previsti dall'area successiva:

- Area "in lavorazione"
- Area "in condivisione"
- Area "in pubblicazione"
- Area "in archiviazione".

In genere, le "aree in lavorazione" sono tante quanti i team di lavoro delle differenti discipline impegnati nella commessa e non risultano accessibili a utenti esterni in questa prima fase; possono tuttavia ricevere materiale integrativo e informazioni da fonti terze.

Nella area "in condivisione" gli attori possono scambiare informazioni tra loro (seguendo prestabilite indicazioni in merito alla visibilità e all'operatività, legate alle differenti autorizzazioni possedute).

L'area "in pubblicazione" consente, a chi dispone dei permessi necessari, scambi di contenuto informativo e la visibilità del materiale.

L'area "in archiviazione" è invece interdetta a terzi e conserva il materiale relativo al progetto (sia quello superato che quello in vigore, aggiornato) una volta conclusa la commessa.

Il "gate" di collegamento tra un'area e la successiva costituisce il passaggio del processo nel quale avvengono il controllo e la certificazione dell'adeguatezza del contenuto informativo (e dei rispettivi livelli di sviluppo) disponibili fino a quel preciso momento.

Un ulteriore step a supporto dell'utilizzo consapevole dei database (dei modelli informativi, degli elaborati grafici e, in generale, del contenuto informativo) prevede per questi la definizione di Stati di Lavorazione e Stati di Approvazione.

Le due categorie di Stati sono entrambe esposte nella norma UNI 11337:

- gli stati di lavorazione sono quattro (L0, L1, L2, L3) e seguono un ordine progressivo legato allo sviluppo del processo
- gli stati di approvazione possibili sono quattro (A0, A1, A2, A3).

Per passare da uno stato di lavorazione al successivo è richiesto il superamento di specifiche verifiche; il loro esito determina lo stato di approvazione e la possibilità o meno di poter effettuare il passaggio.

Più in dettaglio, gli "stati di lavorazione" si dividono in:

- L0, quando il contenuto informativo è "in fase di elaborazione / aggiornamento" e viene gestito solo dai tecnici della specifica disciplina
- L1, quando il contenuto informativo è "in fase di condivisione", il livello di sviluppo del progetto relativo alla disciplina in questo stato è avanzato, ma le possibili richieste degli altri team di lavoro potrebbero comportarne nuovi aggiornamenti
- L2, quando il contenuto informativo è "in fase di pubblicazione" ed ancora potenzialmente attivo
- L3, con riferimento al contenuto informativo "archiviato"; e recherà la sigla L3.V quando si riferisce alla versione "valida" (in vigore), o la sigla L3.S in caso si tratti di una versione precedente, ormai "superata".

Invece, i 4 “stati di approvazione” del contenuto informativo sono:

A0, “da approvare”, quando le informazioni sono in attesa di essere controllate

A1, “approvato”, nel caso in cui il controllo sia risultato positivo

A2, “approvato con commento”, in questo caso il team di lavoro, per ottenere la piena approvazione, deve obbligatoriamente sistemare le problematiche emerse in fase di verifica

A3, “non approvato”, cioè rigettato, in quanto non conforme ai requisiti esposti dal committente nel capitolato informativo.

Quando si utilizzano più software di BIM authoring e più modelli digitali è necessario disporre di molteplici livelli di gestione e coordinamento dei dati; l’implementazione di queste misure, infatti, consente di tracciare e coordinare le comunicazioni tra gli attori del processo, anche di differenti discipline.

Gli ambienti di condivisione dati consentono di ampliare le tipologie di informazioni supportate rispetto ai dati del modello (ad esempio, sono in grado di supportare e utilizzare video, immagini, registrazioni audio, mail, etc.). Questa caratteristica può risultare molto utile per gestire un progetto sull’esistente, un intervento straordinario o un’attività di manutenzione ordinaria, in quanto permette di raccogliere in un unico supporto, l’ACDat, anche tipologie di informazioni che coi metodi di lavoro tradizionali o della modellazione BIM con un livello di maturità BIM basso, probabilmente, sarebbero difficilmente ritracciabili⁵⁹ in contesti edilizi con una complessità anche di poco superiore ad un’abitazione indipendente.

Nei processi digitali la gestione delle informazioni dei modelli richiede la definizione di regole e di una molteplicità di livelli di coordinamento tra gli attori del processo.

⁵⁹ o la cui ricerca richiederebbe molto tempo

In ciascuna fase del processo edilizio devono essere rispettate delle “milestone progettuali”, cioè si devono eseguire delle verifiche dei dati, delle informazioni, dei contenuti informativi sugli elaborati grafici, modelli e oggetti BIM. A tal riguardo, la parte 5 della norma UNI 11337 identifica tre livelli per le verifiche di coordinamento:

- LC1, coordinamento di primo livello, se i controlli interessano un modello BIM alla volta; la responsabilità di queste attività è del “produttore” del modello
- LC2, coordinamento di secondo livello, quando viene analizzato il coordinamento delle informazioni tra molteplici modelli grafici, sia quando questi sono federati, oppure in alternativa anche verificando la congruenza dei rispettivi contenuti informativi; la responsabilità di queste attività deve essere chiarita nel C.I.
- LC3, coordinamento di terzo livello, quando i controlli e le soluzioni delle interferenze e delle incoerenze dei contenuti informativi interessano una pluralità di modelli digitali, altri non provenienti da modelli grafici ed eventualmente anche elaborati non digitali; la responsabilità di questi controlli deve essere definita nel C.I.

Infine, sempre nella norma UNI 11337 vengono definite le modalità di svolgimento delle verifiche relative alle differenti tipologie di informazioni e le figure competenti ad occuparsene:

- LV1, verifica di primo livello, interna, formale: controlla la correttezza delle modalità di produzione, consegna e gestione delle informazioni rispetto a quanto è esplicitato nel Capitolato Informatico e nel piano di gestione informativa
- LV2, verifica di secondo livello, interna: è di tipo sostanziale, dunque controlla leggibilità, tracciabilità e coerenza delle informazioni dei modelli digitali
- LV3, verifica indipendente: è sia di tipo formale che sostanziale ed a carico del committente; quest’ultimo per svolgere il controllo su materiale

depositato nell'ACDat e nell'ACDoc può decidere di servirsi di un soggetto terzo indipendente da quelli dalla commessa.

5. Verso un sistema ottimizzato di digitalizzazione dell'esistente

5.1. Effettiva maturità del processo: dal rilievo al modello integrato

La gestione del patrimonio edilizio esistente con processi digitali per potersi diffondere sempre di più richiede l'adeguamento della formazione degli attori coinvolti e la transizione verso metodologie di lavoro nuove; anche gli strumenti di lavoro risultanti da questo cambiamento sono differenti (e funzionano in maniera differente) rispetto a quelli tradizionalmente utilizzati.

Attualmente, con cadenza biennale, l'Agenzia delle Entrate e il Dipartimento delle Finanze stanno collaborando con Sogei per rendere operativa una nuova piattaforma tecnologica per superare la divisione tra i diversi archivi che operano sugli immobili (Catasto, Pubblicità Immobiliare, Cartografia, Osservatorio del mercato immobiliare) consentendo un accesso più agevole e fluido alle informazioni relative agli edifici del Patrimonio Edilizio Nazionale esistente.

Per quanto riguarda la fase del rilievo del patrimonio costruito, la diffusione in aumento e la graduale riduzione dei costi delle strumentazioni tecnologiche utilizzate per effettuare rilievi con metodi ad alta definizione (laser scanner, fotogrammetria, etc.) consente di ottenere ricostruzioni dell'opera edilizia esistente con modelli digitali più precise, accurate, fedeli rispetto alle tecniche di rilievo tradizionali basate principalmente sulla scelta di un numero discreto (ma soprattutto "enormemente" più limitato rispetto alle tecnologie innovative disponibili oggi, che sono in grado di raccogliere le informazioni di milioni di punti all'interno delle loro nuvole) di punti significativi da individuare nello spazio.

Dunque, se con i rilievi tradizionali il rischio che si corre è quello di ottenere delle rappresentazioni troppo approssimate della realtà (o che richiedono molto tempo per consentire di raccogliere un numero sufficiente di punti nello spazio) per poter effettuare delle analisi complesse, con i metodi più innovativi la situazione si inverte.

Infatti, in genere, il rilievo con metodi ad alta risoluzione produce nuvole di punti con informazioni relative ad un numero di punti molto elevato; pertanto, per poter sfruttare efficacemente le informazioni raccolte (in funzione degli obiettivi

perseguiti) sono necessarie pulizie mirate delle parti delle nuvola o dell'insieme di nuvole di punti che non apportano informazioni utili a rispondere alle richieste della commessa.

Con questi sistemi tecnologici sono possibili non solo l'acquisizione dei dati geometrici delle posizioni dei punti nello spazio, ma anche l'associazione delle informazioni dei colori e delle temperature in questi punti.

Un esempio in cui risulta evidente il beneficio apportato da un modello digitale, ricostruito con informazioni estratte da una nuvola di punti in grado di approssimare le condizioni reali, è quello di un edificio esistente con problemi di cedimenti delle fondazioni, per il quale si vuole ricostruire nella maniera più accurata possibile il percorso seguito dai carichi per raggiungere il terreno⁶⁰, per poterli analizzare ed eventualmente procedere ad ulteriori diagnosi o al progetto degli interventi.

Nella fase di modellazione alcuni tra i principali problemi che si stanno affrontando sono quelli legati allo scambio di modelli e oggetti BIM tra differenti (sia come case produttrici che come discipline) software di BIM authoring e di BIM tool.

Poiché, generalmente, la strutturazione delle informazioni e alcune funzioni specifiche offerte all'interno di ciascun software sono proprietarie, al momento risulta complicata, o addirittura non possibile, la condivisione con trasferimento di tutte le proprietà di oggetti, classi di oggetti e modelli.

Ad esempio, al momento, quando si vuole importare nel software di BIM authoring utilizzato un oggetto BIM di una libreria di oggetti salvato in un formato proprietario di un altro software di BIM authoring, in genere le informazioni geometriche (nei software di modellazione parametrica orientata agli oggetti) riescono ad essere trasmesse (ma possono diventare non più modificabili), mentre è possibile che gli attributi informativi precedentemente associati

⁶⁰ per il quale un rilievo tradizionale e una modellazione approssimata probabilmente non sarebbero sufficienti

all'oggetto della libreria non riescano ad essere integralmente condivisi, cioè è possibile che si verifichi una perdita parziale di dati.

La condivisione di oggetti e modelli in formato IFC, invece, quando il processo di modellazione BIM è di qualità, generalmente consente una corretta la condivisione dei modelli, degli oggetti e dei loro attributi informativi.

L'integrazione di più modelli di differenti discipline per ottenere un modello federato è già oggi possibile grazie al formato aperto IFC, tuttavia i vari enti specializzati interessati e le case produttrici di software stanno continuando a lavorare per sviluppare ulteriormente le capacità di interoperabilità offerte dal processo BIM.

Ulteriormente, un processo e un formato a supporto della condivisione degli attributi informativi e di comunicazione e collaborazione all'interno del processo BIM sono rispettivamente, COBie e BCF.

Un ultimo aspetto, che sta ancora maturando e richiederà ancora qualche tempo prima di mostrare a pieno il proprio potenziale, riguarda l'automatizzazione della verifica delle regole, delle interferenze, delle incoerenze informative e del rispetto delle normative: alcuni dei maggiori esperti ritengono che una volta raggiunto un livello avanzato di automatizzazione delle verifiche e dei controlli intermedi del processo BIM, per utilizzarle non saranno più necessarie competenze di programmazione specifiche.

5.2. Le risorse necessarie: tempi e sforzi per la generazione dei modelli informativi

La realizzazione di un modello informativo di un'opera del patrimonio edilizio esistente richiede la sinergia di attori di differenti discipline, ruoli e competenze. A seconda delle reali esigenze, del livello di sviluppo richiesto e delle disponibilità finanziarie del committente, l'utilizzo di metodi di rilievo ad alta definizione (quando utile, autorizzato e possibile) rappresenta un eccellente supporto al processo di modellazione BIM. A livello nazionale, in diversi enti di

ricerca e Università sono in sviluppo dei processi per velocizzare, automatizzare, ridurre gli errori e le omissioni nelle fasi di raccolta ed elaborazione dei dati e delle informazioni.

In termini di tempo e sforzi richiesti, la possibilità di disporre di un supporto di partenza di qualità consente di ottimizzare la pianificazione del processo di generazione dei modelli da parte dei team di lavoro delle differenti discipline.

Inoltre, la consapevolezza delle informazioni disponibili consente anche di valutare la capacità di soddisfare i requisiti definiti dal committente nel C.I. ed eventualmente effettuare ulteriori analisi per raggiungere l'adeguata conoscenza necessaria al fine di rispettare i vari livelli di sviluppo degli oggetti BIM (da modellare) di ciascun modello della specifica disciplina.

In questo senso, un fattore determinante nell'ottimizzazione dei tempi e degli sforzi necessari per realizzare il modello informativo sono le librerie degli oggetti BIM. La possibilità di disporre preventivamente sia delle proprie classi di oggetti BIM (parametrici, personalizzati, aggiornabili), che di altri resi disponibili dai produttori, da altri professionisti e portali sul cloud (come BIMobject⁶¹), consente agli attori incaricati della modellazione di:

- ridurre l'impegno richiesto per la loro preparazione
- operare in maniera più fluida, riducendo i colli di bottiglia del processo.

Altri aspetti in grado di influenzare gli sforzi e i tempi necessari alla redazione dei modelli BIM integrati riguardano la definizione preventiva dei template di progetto per i layout delle tavole, della documentazione da pubblicare digitalmente, dei report, degli abachi, delle convenzioni grafiche.

⁶¹ con una libreria che comprende 1338 Marchi, 58850 famiglie di prodotti, 368385 oggetti BIM parametrici e 61.261.459 articoli è attualmente il maggiore portale internazionale per la gestione di oggetti BIM

5.3. I limiti della modellazione e le aspettative verso gli strumenti informatici

Una modellazione di qualità richiede una pianificazione preventiva molto dettagliata del processo BIM; i modelli digitali sono realizzati con software di modellazione parametrica orientata agli oggetti; questa metodologia di lavoro inizialmente non è stata concepita per modellare il singolo oggetto (come un mattone, un bullone o una vite), ma piuttosto dei pacchetti (un'apparecchiatura muraria, un solaio, etc.).

Durante il processo di modellazione le dimensioni del modello del fabbricato crescono, quando la complessità e le dimensioni di un dell'opera del patrimonio edilizio esistente sono elevate e, magari, la commessa richiede dei livelli di sviluppo avanzati degli oggetti BIM, può capitare che il modello diventi difficilmente gestibile e si verifichino rallentamenti drastici al flusso di lavoro.

Quando si presenta una situazione di questo tipo, in genere, per poter riprendere le proprie attività è possibile suddividere il modello in più "sotto-modelli", oppure più semplicemente (senza però risolvere il problema della visualizzazione per intero) rendere visibile un piano del complesso edilizio alla volta o solamente la porzione sulla quale si prevede di lavorare nella specifica sessione.

Tuttavia, in questi modi la fluidità e la rapidità nella gestione del processo di modellazione risultano meno efficaci ed efficienti.

Oppure eventualmente, per migliorare le condizioni di lavoro della modellazione è possibile intervenire sull'hardware della propria strumentazione incrementandone le prestazioni.

Quando si lavora in un team di persone sul modello di una specifica disciplina (ad esempio il modello architettonico, piuttosto che quello della struttura o degli impianti), qualora sia stato stabilito di utilizzare lo stesso software di BIM authoring, le case produttrici in genere propongono differenti soluzioni, negli ultimi anni in continuo miglioramento (cloud, su server dedicati, etc.) con le quali è possibile condividere il modello o lavorare su differenti parti

contemporaneamente (ad esempio al primo architetto viene assegnato il piano terra, al secondo il piano primo e così via) gestendo il modello nel formato proprietario della casa produttrice.

Ad oggi, però, se emerge l'esigenza tra diversi attori del processo di collaborare con due o più software di BIM authoring di case produttrici differenti, generalmente utilizzando il formato IFC è possibile trasferire le informazioni semantiche e di relazioni supportate da quest'ultimo.

In altri termini, le case produttrici dei software di BIM authoring, BIM tool e plugin, etc., sviluppano i propri programmi definendo dei criteri, strutturando l'opera e le relazioni tra gli oggetti ciascuna in maniera differente, personalizzata, proprietaria (cioè utilizzando un formato di scambio dei dati chiuso), che normalmente non risultano direttamente compatibili. Però, poiché generalmente si basano tutti sulla modellazione parametrica orientata agli oggetti (dunque utilizzano, per gestire aspetti differenti, entrambi i metodi di rappresentazione B-REP e CSG) l'importazione di un oggetto o di un modello da uno strumento software all'altro consente di trasferire le informazioni geometriche (alcune potranno essere modificate, altri oggetti acquisiranno "geometria fisse"), mentre gli attributi informativi associati agli oggetti per la maggior parte non riusciranno ad essere condivisi e dovranno essere inseriti nuovamente.

Alcune ottimizzazioni auspiccate, invece, sono:

- la possibilità di ridurre sempre più i colli di bottiglia nei modelli di grandi dimensioni
- il miglioramento e la semplificazione dell'uso degli strumenti a supporto del lavoro in squadra
- l'implementazione di un numero sempre maggiore di regole di calcolo (delle verifiche) predefinite per automatizzare i processi di controllo dei modelli

lo sviluppo di librerie di classi di oggetti sempre più vaste, aggiornate, personalizzabili, disponibili e compatibili per la maggior parte dei software di BIM authoring.

6. Il caso del complesso edilizio in Piazza VIII Agosto

6.1. Il contesto di intervento

Al fine di validare il processo di gestione digitale del patrimonio edilizio esistente progettato in questa tesi⁶², di seguito ne viene sperimentata l'applicazione sul complesso demaniale in Piazza VIII agosto a Bologna, sede del Provveditorato Interregionale per le Opere Pubbliche Lombardia - Emilia-Romagna.

Il fabbricato studiato è situato nel tessuto urbano del centro storico di Bologna, all'angolo sud-est di Piazza VIII agosto, al numero civico 26.

In particolare, la porzione di isolato urbano oggetto di studio è composta da 3 blocchi, che affacciano rispettivamente:

- il "blocco 1", a nord-ovest su Piazza dell'Otto Agosto, a sud-est verso la corte interna e, per una porzione più ristretta, su Via Ciro Menotti
- il "blocco 2", a sud-ovest su Via Ciro Menotti, a nord-est le pareti sulla corte interna
- il "blocco 3", a sud-est su Via Alessandrini, a nord-ovest in direzione della corte interna.

Il blocco 1, inoltre, confina e condivide una porzione di parete con il complesso delle Telecomunicazioni.

Il blocco 3, ulteriormente, è delimitato dall'adiacente complesso delle Telecomunicazioni.

Il piano stradale su Via Alessandrini, nel tratto di fronte al blocco 3, presenta una quota sul livello del mare poco meno di un metro inferiore a quella del blocco 1 su Piazza VIII agosto.

⁶² in armonia alle recenti cogenze legislative ed alla Norma UNI 11337

La porzione dell'isolato urbano (i 3 lotti⁶³ e la corte interna) oggetto dello studio di questa tesi ospita le sedi di varie istituzioni statali: il Provveditorato Interregionale per le Opere Pubbliche Lombardia – Emilia-Romagna, la Corte dei Conti e la Ragioneria di Stato.

Il complesso edilizio qui trattato è stato costruito tra il 1951 e il 1955 su un'area precedentemente occupata da *“edifici residenziali settecenteschi costituiti da un piano terra porticato e 2 o 3 piani superiori destinati a residenze”*⁶⁴.



Immagine 18: *“Piazza dell’Otto Agosto prima dell’abbattimento delle case porticate”* – [Fonte: Ricerca storica sull’evoluzione urbana dell’isolato, a cura dell’Arch. Riccardo Scagliarini del MIT]

Con l'intento di ricavare lo spazio necessario alla realizzazione della nuova Casa Littoria di Bologna, nel 1939 iniziarono i lavori di demolizione (su un'area di circa 8000 mq) dei 18 edifici esistenti.

⁶³ nel progetto originale, depositato all'epoca della realizzazione presso il Genio civile, i tre blocchi vengono denominati “Lotto 1”, “Lotto 2” e “Lotto 3”

⁶⁴ Fonte: Ricerca storica sull'evoluzione urbana dell'isolato, di cui fa parte il complesso demaniale oggetto di studio oggi sede del Provveditorato, a cura dell'Arch. Riccardo Scagliarini del MIT



Immagine 19: *“Piazza dell’Otto Agosto nel 1940 - Resti degli edifici abbattuti per far posto alla nuova Casa Littoria”*⁶⁵

*“Il concorso per la realizzazione della Casa Littoria prevedeva la costruzione di un edificio in armonia con il linguaggio formale e compositivo dell’architettura monumentale dell’epoca. Il progetto però rimase incompiuto a causa dei sopraggiunti eventi bellici.”*⁶⁶

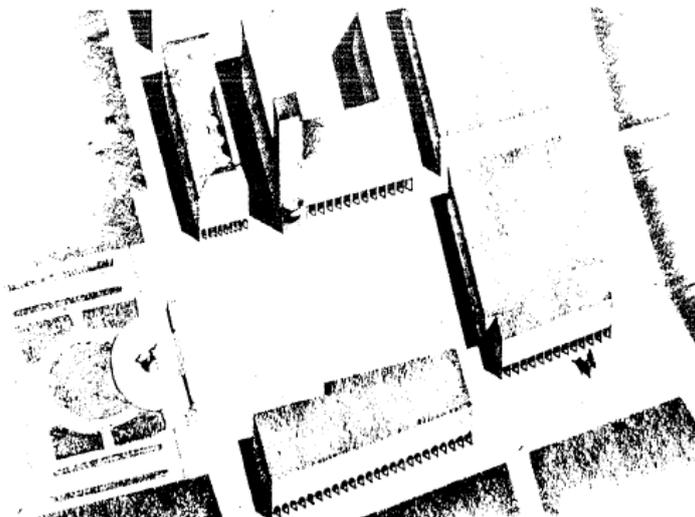


Immagine 20: *“Progetto per la nuova Casa Littoria di Bologna”*⁶⁷

⁶⁵ Fonte: Ricerca storica dell’Arch. Riccardo Scagliarini del MIT

⁶⁶ Fonte: Ricerca storica dell’Arch. Riccardo Scagliarini del MIT

⁶⁷ Fonte: Ricerca storica dell’Arch. Riccardo Scagliarini del MIT

“Nel periodo della ricostruzione post-bellica, invece, si decise di realizzare il nuovo Palazzo delle Telecomunicazioni e del Genio civile.” ⁶⁸

Oggi, la documentazione originale della porzione di isolato studiata è conservata presso l'Archivio Storico della Regione Emilia-Romagna a San Giorgio di Piano.



Immagine 21: Faldoni del materiale precedentemente conservato presso il Genio civile – Fonte: Archivio Storico della Regione Emilia-Romagna a San Giorgio di Piano

⁶⁸ Fonte: Ricerca storica dell'Arch. Riccardo Scagliarini del MIT

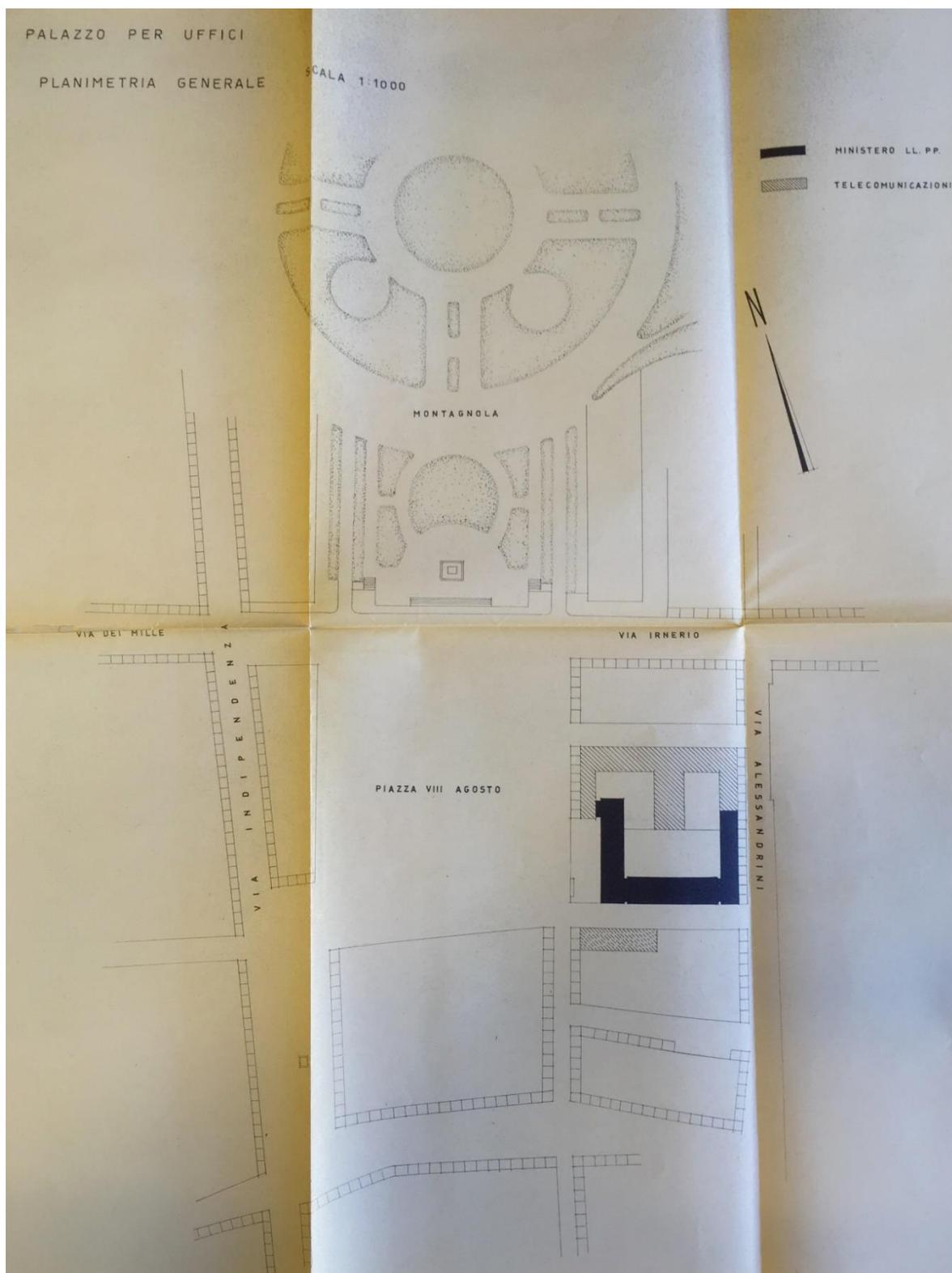


Immagine 22: Planimetria generale con individuazione dei complesso del ministero LL.PP. campito in nero e delle Telecomunicazioni, adiacente, campito con linee a 45 in grigio chiaro – Fonte: Archivio Storico della Regione Emilia-Romagna a San Giorgio di Piano

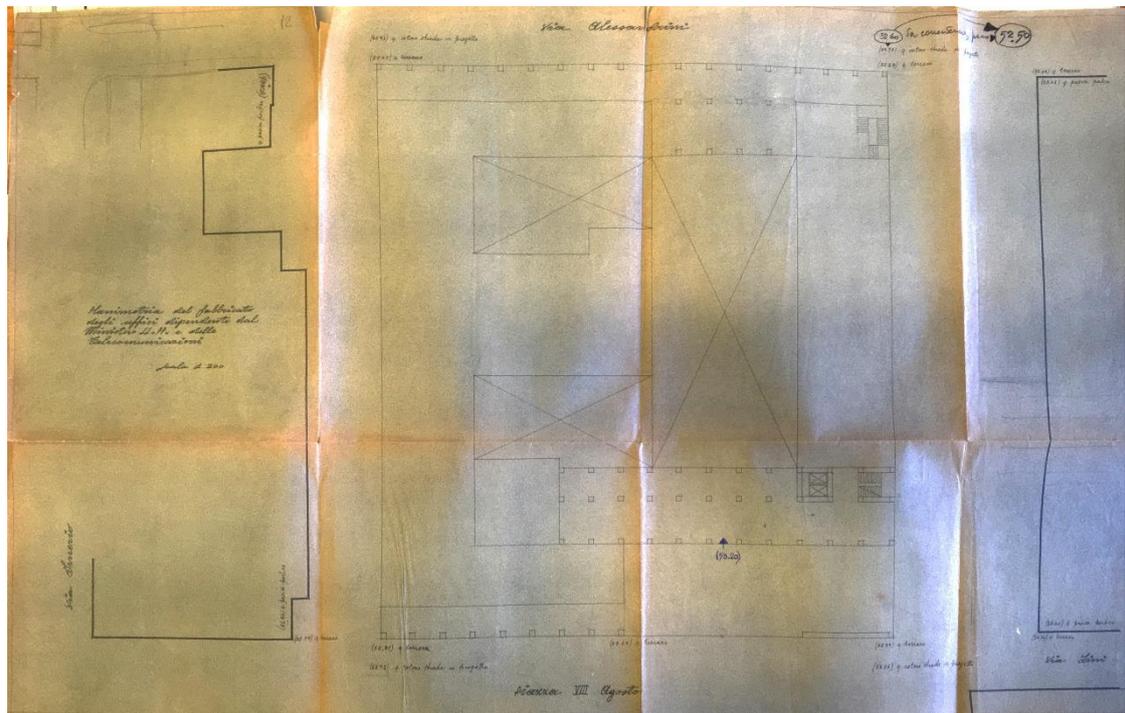
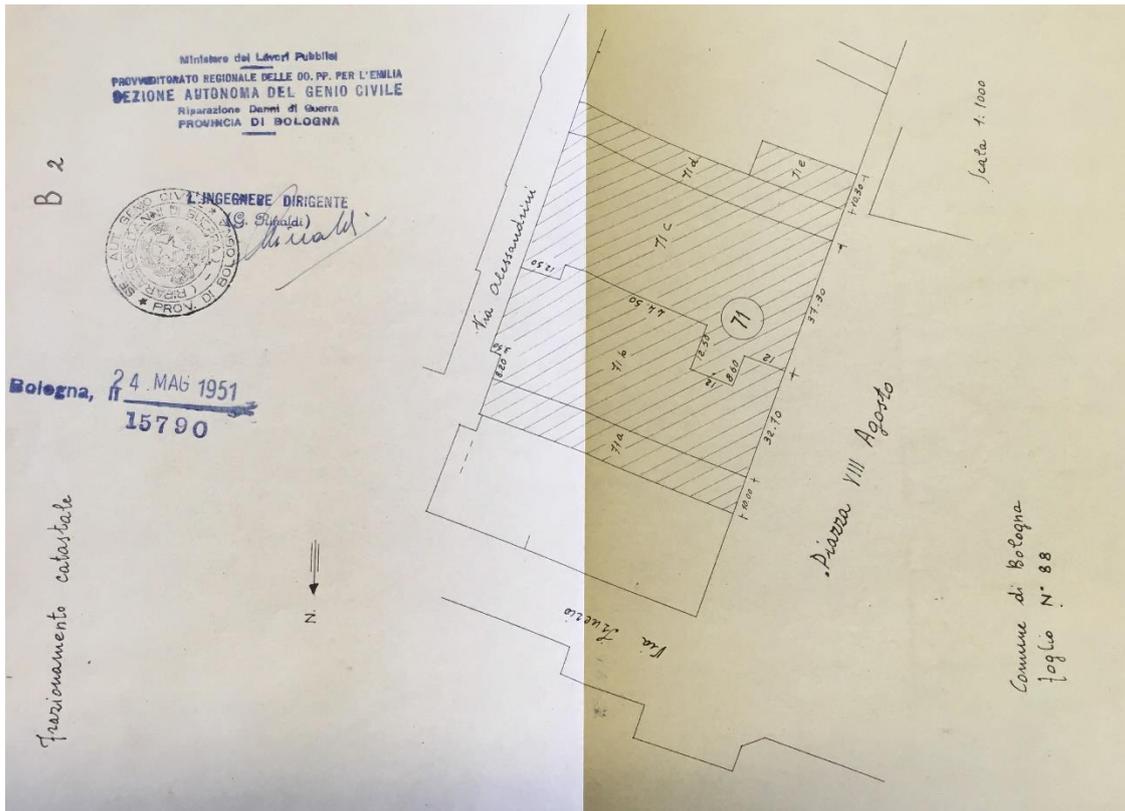


Immagine 1: Planimetrie dell'isolato con rispettive individuazioni: del frazionamento catastale e delle quote sul livello del mare dei piani stradali nei quattro lati – Fonte: Archivio Storico della Regione Emilia-Romagna a San Giorgio di Piano



Immagine 23: Vista aerea del contesto urbano dell'area di intervento – Fonte: Google Earth Pro



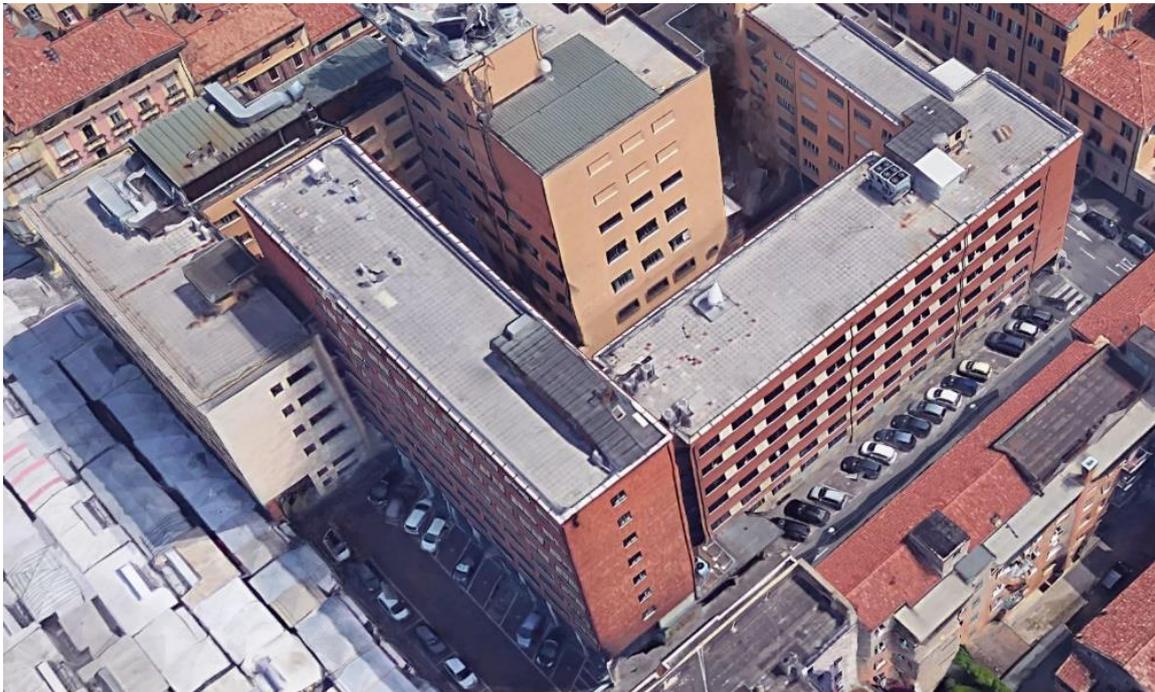
Immagine 24: Vista dal piano stradale del contesto urbano (Parco della Montagnola, Via Irnerio) dell'area di intervento, osservato dall'angolo nord-ovest della Piazza – Fonte: Google Maps



Immagine 25: Vista aerea dell'isolato di riferimento con identificazione dei 3 blocchi e della corte interna studiati in questa tesi – Fonte: Google Earth Pro



Immagine 26: Vista dal piano stradale del prospetto dell'intero isolato su Piazza VIII agosto - Fonte: fot ripr oduzione personale



Immagini 2: Viste aeree, delle facciate su Piazza VIII agosto e su Via Ciro Menotti, del Complesso edilizio studiato – Fonte: Google Maps

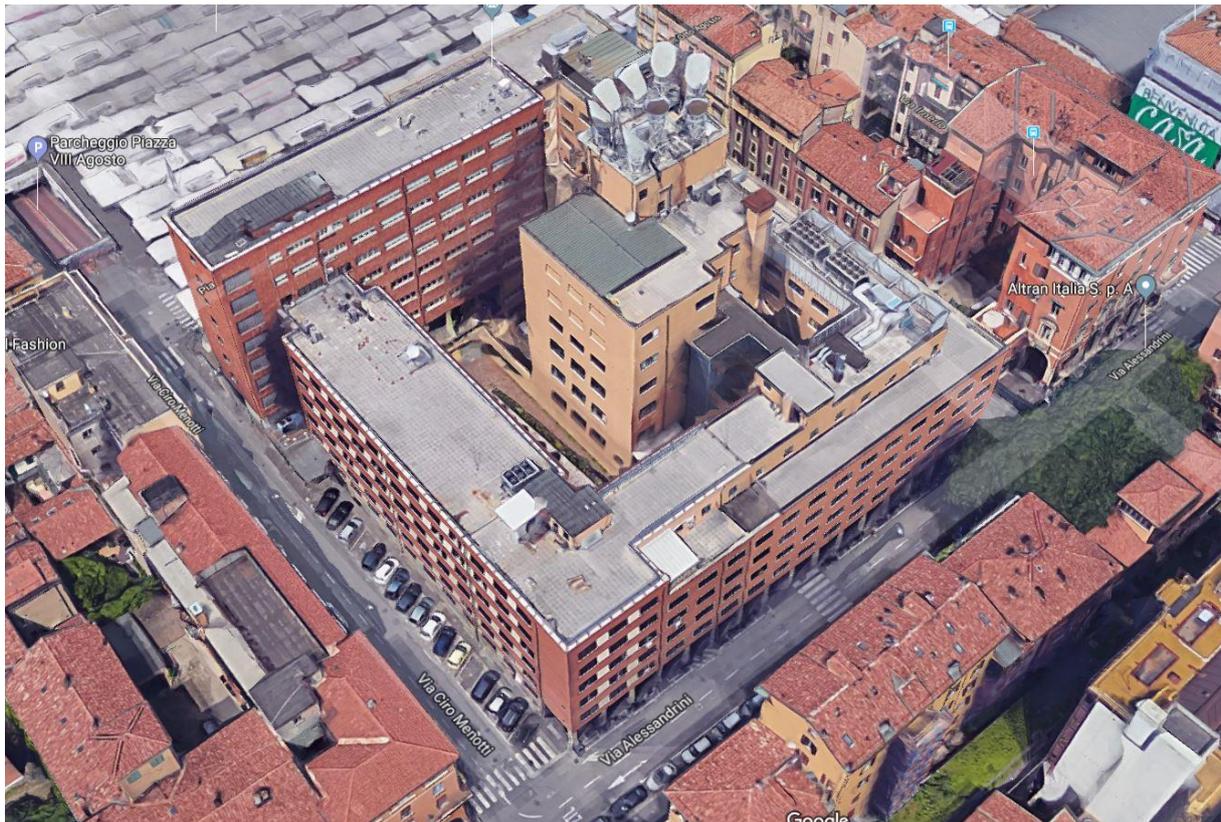


Immagine 3: Viste, aerea e dal piano stradale, del Complesso edilizio studiato all'incrocio tra Via Cirò Menotti e Via Alessandrini - Fonte: fotoreproduzione personale e Google Maps



Immagini 4: Viste del Complesso edilizio studiato all'incrocio tra Via Ciro Menotti e Via Alessandrini, su Via Alessandrini e dei tre blocchi negli affacci verso la corte interna - Fonte: fotoriproduzione personale

6.2. Le fonti informative esistenti

Per affrontare il processo di conoscenza dell'opera demaniale esistente oggetto di studio sono stati applicati vari metodi di ricerca e raccolta dei dati.

In una prima fase sono stati eseguiti dei sopralluoghi conoscitivi sul posto:

- del contesto esterno al complesso
- delle coperture piane ai due differenti livelli: del blocco 1, dei blocchi 2 e 3
- della corte interna al piano terra, lungo il camminamento pedonale interno che collega, con un percorso in dislivello, il portico del blocco 1 a quello del blocco 3
- della rampa carrabile e dei parcheggi riparati sotto ad essa
- degli archivi al piano interrato del blocco 3 per verificare il collegamento all'adiacente complesso delle Telecomunicazioni e le dimensioni dei pilastri e delle bocche di lupo verso Via Alessandrini
- nella corte interna al piano interrato solo all'esterno dei locali della centrale termica
- nei due corpi scala
- dei portici su Piazza VIII agosto e su Via Alessandrini
- ai piani vari piani del fabbricato.

Uno dei benefici aggiuntivi dei sopralluoghi, quando sono possibili, è che consentono di valutare in anteprima le effettive condizioni dei luoghi, i possibili ostacoli, problemi da risolvere, che potrebbero altrimenti presentarsi durante le fasi di rilievo, complicandone l'esecuzione o anche impedendoli in parte.

Sono stati consultati e ordinati diversi tipi di supporti:

- i documenti dwg, pdf, cartacei, fotografici, su CD, gentilmente messi a disposizione dai tecnici della sede di Bologna del Provveditorato OO.PP. Lombardia – Emilia-Romagna

- archivistici, cioè i progetti esecutivi e le relazioni di calcolo originali dei tre lotti del complesso demaniale studiato, all'epoca della costruzione depositati presso il Genio civile, oggi conservati presso l'Archivio Storico della Regione Emilia-Romagna a San Giorgio di Piano

- bibliografici.

Le principali fonti bibliografiche consultate per approfondire la conoscenza dei sistemi tecnologici utilizzati per gli orizzontamenti nel complesso edilizio sono:

- G. Predari, I solai latero-cementizi nella costruzione moderna in Italia. 1930-1950, Bononia University Press, Bologna 2015

- A. Pagliuca, L'architettura del grano a Matera: il Mulino Alvino. Frammenti di tecnologie costruttive del '900., Gangemi editore, 2016.

Le principali criticità riscontrate dalle ricerche elencate in precedenza sono state:

- la molteplicità di documenti cartacei e digitali privi di riferimenti in merito alla validità dei propri contenuti, al livello di aggiornamento posseduto rispetto allo stato di fatto dell'opera

- le dimensioni e le misure differenti del fabbricato e dei suoi elementi costruttivi in molti dei 52 file .dwg, 7 .pdf, immagini .jpg controllati

- l'assenza, tra i documenti digitali, di sezioni e prospetti attendibili del fabbricato.

Tra i documenti consultati sono state particolarmente d'aiuto le 2 relazioni di valutazione della vulnerabilità sismica già eseguite sull'edificio (di "IS - INGEGNERIA e SERVIZI" e del Prof. ing. Tomaso Trombetti), in particolar modo per individuare le criticità maggiormente rilevanti presenti nell'complesso edilizio.

Per quanto sopra, a supporto e integrazione della documentazioni raccolta durante la fase di ricerca sono stati eseguiti alcuni rilievi dello stato di fatto dei tre blocchi e della corte interna, in particolare:

- i rilievi geometrici delle facciate⁶⁹, delle coperture piane del complesso esistente utilizzando il metodo strumentale (con stazione totale) e quelli tradizionali diretti (con disto laser, cordella metrica, bolla, filo a piombo ed eidotipi di supporto)
- i rilievi geometrici diretti dei due corpi scale, quello tra i lotti 1-2 e quello tra i lotti 2-3
- il rilievo geometrico diretto della pianta, dei prospetti e degli elementi strutturali (pilastri, travi, etc.) della rampa carrabile
- il rilievo delle dimensioni della pensilina metallica posta a proseguimento del portico al piano terra del blocco 3 immediatamente prima di sopraggiungere al collegamento pedonale interno alla corte, in pendenza, tra i lotti 1 e 3
- il rilievo geometrico diretto del perimetro della corte interna al piano interrato.

Dalla analisi di questo insieme di elementi conoscitivi è stato possibile valutare più consapevolmente quali obiettivi e usi definire per i modelli digitali da realizzare per il caso di studio utile al fine di validare il processo progettato e proposto in questa tesi, cioè nello specifico:

- l'approfondimento delle tecnologie costruttive utilizzate nelle strutture portanti (le fondazioni, le elevazioni, gli orizzontamenti) e portate dei tre blocchi e della rampa carrabile (con una particolare attenzione rivolta al livello di sviluppo delle diverse tipologie di solai e ai tamponamenti utilizzati per le pareti dell'involucro esterno) attraverso la realizzazione del modello strutturale del complesso demaniale

⁶⁹ compresi quelli dei dislivelli del piano della strada tra blocco 1-3 e del fronte su Via Alessandrini del blocco 3

- la restituzione geometrica e architettonica dei prospetti dell'edificio, attraverso il modello architettonico delle facciate per supportare la carenza rilevata nella documentazione

- per mostrare le possibilità offerte dal processo progettuale proposto in termini di visualizzazione, utilizzo, catalogazione e integrazione delle informazioni degli oggetti BIM che costituiscono i modelli digitali sviluppati (architettonico delle facciate e quello strutturale) a supporto delle necessità future (manutenzioni, computi metrici estimativi, interventi di recupero, etc.) applicate a un fabbricato esistente.

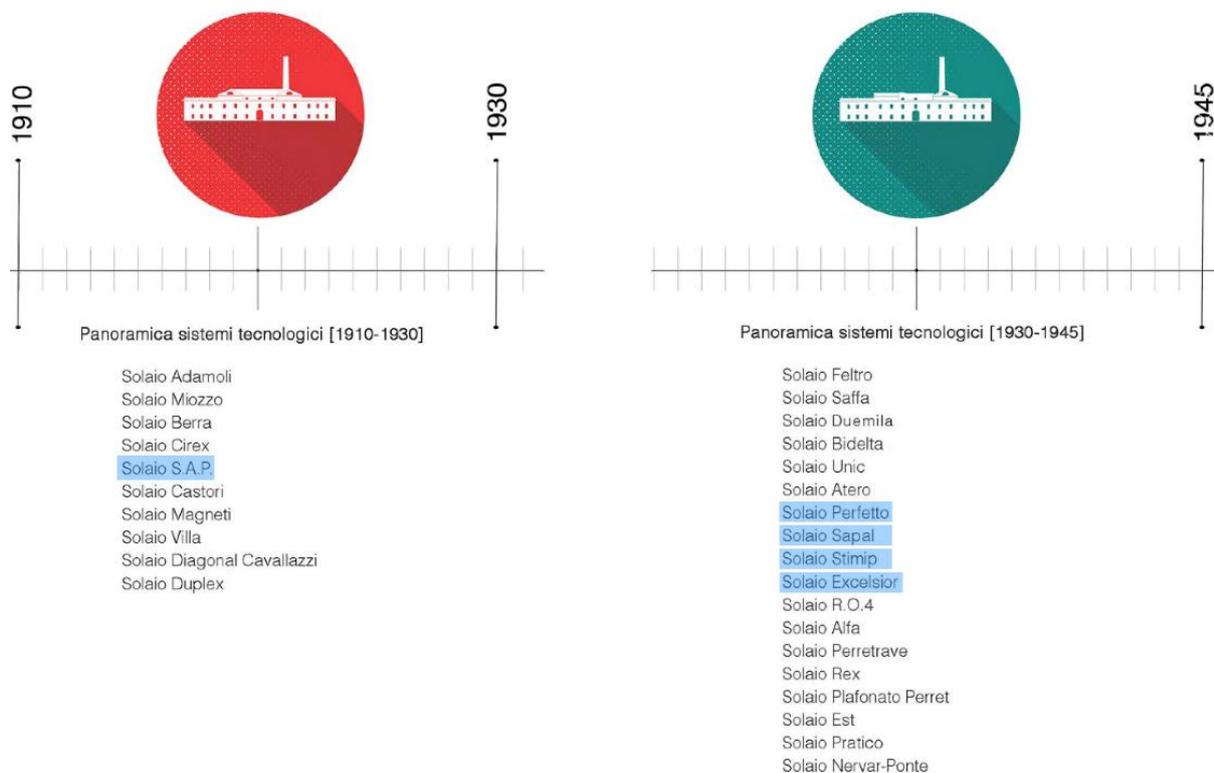


Immagine 27: Alcune tipologie di sistemi tecnologici degli orizzontamenti, introdotte tra il 1910 e il 1945; quelle presenti nel caso di studio sono evidenziate in azzurro [Fonte: A. Pagliuca, L'architettura del grano a Matera: il Mulino Alvino. Frammenti di tecnologie costruttive del '900., Gangemi editore, 2016]

FILE DWG: Rilievi /

- CARTELLA "Rilievi" COPP. EMILIA
 - TOT. 52 DWG
 - 4 BMP
 - 7 PDF
 - (in 5 cartelle)
- RAGIONIER. DWG '98
 - Sett. A-A (vedi fog. in Piano Ingresso)
 - Sett. B-B
 - PROV-1. DWG '98 (PROVVISORIE) Rete Telefonica / Internet / Rete Locale IN CORSO DI PROGETTAZIONE (BLOCCHI 2 e 3, PIANI
 - PROV-3. DWG ~
 - Piano di Rete e Collegamenti, vista in PIANA del PIANO 3
 - PROV-4. DWG ~
 - Piano di Rete Locale (BLOCCHI 1, 2 e 3 - VISTA in PIANA PIANO 4)
 - Pianta piano interrato - autocad 2000 - see - piano - sivecetta - Badiali. dwg '09
 - Pianta P. Ingresso
 - Pianta piano terra - autocad 2000 - per - piano - sivecetta - Badiali. dwg '09
 - INGRESSO. DWG
 - INGRESSO-2. DWG
 - INGRESSO-3. DWG
 - Pianta PT Blocchi 1, 2 e 3
 - INGRESSO-4. DWG + piante
 - Pianta PT dei Blocchi 1, 2, 3
 - LEG. IMP. BMP → legenda Impianti (Internet, Rete Telefonica, ...)
 - Leg. sivecetta ai DWG PROV-3, 4
 - APPART. DWG
 - Stato di Fatto dell'Affittamento
 - APPART.2. DWG
 - Stato di Progetto dell'Affittamento
 - Vacanza autocad 2000 - per - piano - sivecetta - Badiali. dwg '09
 - Progetto in Piano dell'8 Agosto
 - Piano Tipo. dwg
 - Pianta 2° Piano. dwg '04
 - Pianta 4° Piano. dwg → Pianta 1:100 del 2004 → Ultimo aggiornamento '10
 - Pianta 4° piano posizionamento sezioni verticali. dwg '09
 - Vista in Piano del PIANO 4 con indicati le POSIZIONI DELLE LINEE SEZ.
 - Pianta 6° piano. dwg
 - Pianta 6° piano attuale. dwg '06
 - Pianta 3° piano. dwg
 - Vista in Piano Piano Sivecetta (precedente blocco)
 - Pianta 8° piano attuale. dwg
 - Pianta CO.PP. / INGRESSO-3. DWG x UVALE r + vechio '98
 - Piano tipo. dwg x UVALE r + vechio '04
 - PROV-3. DWG x '06
 - PROV-4. DWG x '98
- NOTE:
 - Tra i vari Vasta l'accesso dalle scale all'interno e tra il Blocco 1 e il 2 '98
 - come era nel '98 piano di lavoro
 - Disposizione interna final Affittamento PIANO 4 del '09
 - Dist. d'uso Cambiate
 - Esame Nella Simula
 - PIANTE con L. e con ESTINTORI, WC, Quelli Elettrici, Centrali Termiche
 - come in 1 NUOVI INTERVENTI al 3° P.
 - ultimo collaudo Maggio '10
 - Lista interventi di sistemazione delle distribuzioni di: ESTINTORI, R.E., WC, Centrali Termiche
 - Marzo '10
 - Pianta piano interrato. dwg
 - Litografia con Estintori, Quelli Elettrici, Centrali Termiche
 - Pianta piano terra. dwg
 - Piano terra con Rilievi delle Scale, estintori, NO BEST 050
 - Pianta piano terra - spoglio. dwg
 - Pianta piano terra con Estintori, Quelli Elettrici, Centrali Termiche
 - Pianta 2° piano - provvisoria. dwg
 - Pianta 2° piano con Estintori, WC, Quelli Elettrici
 - Pianta 2° piano - Ragioneria. dwg
 - Piano Secondo con Estintori, Quelli Elettrici, WC, ...
 - Pianta 4° piano - Ragioneria. dwg
 - Piano Secondo spoglio. dwg
 - Pianta 3° piano - provvisoria. dwg
 - Piano 3° - Quelli Elettrici, Estintori, Centrali Termiche
 - WC → Piano di lavoro (con Estintori, R.E., WC, ...)
 - Pianta 6° piano - provvisoria - Ufficio - Rinnovo. DWG
 - Piano 4° piano di lavoro (con Estintori, R.E., WC, ...)

Sezioni CO.PP. Ing. Ferr. / UVALE

- UVALE x '06 Piano tipo. dwg '04
- UVALE x '06 Pianta 4° piano. dwg '06
- UVALE x '09 Pianta 4° piano - posizionamento - sezioni - verticali. dwg
- UVALE x '06 Pianta 6° piano. dwg '04
- UVALE x '06 Pianta 8° piano. dwg '04
- UVALE x '98 - PROV-1. DWG
- UVALE x '98 - PROV-3. DWG ~
- UVALE x '1998 - RAGIONIER. DWG
- '09 UVALE x - Pianta piano interrato autocad 2000 per piano sivecetta Badiali
- '09 UVALE x - Pianta piano terra autocad 2000 per piano sivecetta Badiali
- x UVALE ANNO 2009 - Sezione verticale 1 - per piano sivecetta Badiali. dwg
- x UVALE - Sezione verticale 2 - per piano sivecetta Badiali. dwg
- sezioni piano sivecetta - RSP / - Parametri formato CAD 2004 / - Pianta 3° piano - provvisoria - Amministrazione - STATO DI FATTO DWG
- PIANTE con L. e con ESTINTORI, WC, Quelli Elettrici, Centrali Termiche
- come in 1 NUOVI INTERVENTI al 3° P.
- Maggio '10
- Maggio '10
- ultimo collaudo Maggio '10
- Piano 3° - Matrice Distribuzione
- Pianta 3° piano - provvisoria - Amministrazione - STATO DI FATTO DWG
- PROGETTO - STATO DI FATTO
- Piano 3° piano - provvisoria - Amministrazione - STATO DI FATTO DWG
- PROGETTO - STATO DI FATTO
- Pianta 4° piano - provvisoria - Ufficio - Rinnovo - STATO DI FATTO DWG
- ultimo collaudo Maggio '10
- Marzo '10
- Pianta piano interrato. dwg
- Litografia con Estintori, Quelli Elettrici, Centrali Termiche
- Pianta piano terra. dwg
- Piano terra con Rilievi delle Scale, estintori, NO BEST 050
- Pianta piano terra - spoglio. dwg
- Pianta piano terra con Estintori, Quelli Elettrici, Centrali Termiche
- Pianta 2° piano - provvisoria. dwg
- Pianta 2° piano con Estintori, WC, Quelli Elettrici
- Pianta 2° piano - Ragioneria. dwg
- Piano Secondo con Estintori, Quelli Elettrici, WC, ...
- Pianta 4° piano - Ragioneria. dwg
- Piano Secondo spoglio. dwg
- Pianta 3° piano - provvisoria. dwg
- Piano 3° - Quelli Elettrici, Estintori, Centrali Termiche
- WC → Piano di lavoro (con Estintori, R.E., WC, ...)
- Pianta 6° piano - provvisoria - Ufficio - Rinnovo. DWG
- Piano 4° piano di lavoro (con Estintori, R.E., WC, ...)

Marzo '10

- prova sivecetta - RSP - Pianta di piano - pdf
- prova sivecetta - RSP - Pianta 2° piano - pdf
- prova sivecetta - RSP - Pianta 3° piano - pdf
- prova sivecetta - RSP - Pianta 4° piano - pdf
- prova sivecetta - RSP - Pianta piano int. pdf
- prova sivecetta - RSP - Pianta piano ter. pdf
- Pianta 2° piano VUOTA. pdf

Copia PDF del DWG di Stato di Fatto Precedente ai Lavori del 3° e 4° P. di Maggio Spiega '10

Cartella "RILIEVICIATA" /

- rilievo piano interrato. dwg Feb '11 } 6 DWG
- rilievo piano terra. dwg Gen '11
- rilievo piano terra - mq. dwg Dic '10
- rilievo piano 1. dwg Nov '11
- rilievo piano 3. dwg Sett '11
- rilievo piano 4. dwg Giu '11

Cartella "SCAN" /

- reconstituito. JPG } 13 JPG
- piano terra. JPG
- ammietato. JPG
- piano 1. JPG
- piano 2. JPG
- piano 3. JPG
- piano 4. JPG
- quarto piano (terzo) / piano 3 - mod 1. JPG
- piano 3 - part 1. JPG
- piano 5. JPG
- piano 5 - 1. JPG
- piano 6. JPG
- piano 7. JPG

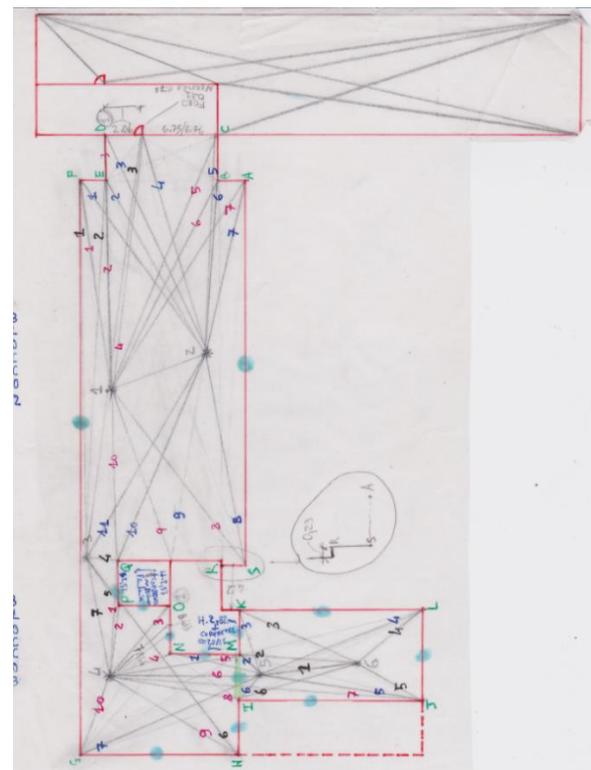


Immagine 5: Elenco di alcuni dei documenti digitali in formato .dwg, .pdf e .jpg verificati durante le fasi di ricerca e raccolta dei dati relative al caso di studio; eidotipo della pianta del progetto di rilievo geometrico delle coperture piane dei lotti 2 e 3.



Immagine 28: Raccolta delle informazioni dimensionali del complesso studiato; fase di campagna, rilievo strumentale con stazione totale delle coperture piane dei lotti 2 e 3



Immagine 29: particolare della schermata “Rilievo” della stazione totale Leica, utilizzata per eseguire i rilievi geometrici dello stato di fatto degli esterni del Complesso Edilizio

Denominazione

Sapal

Sapal M

Azienda produttrice

Rizzi, Donelli e Breviglieri di Piacenza

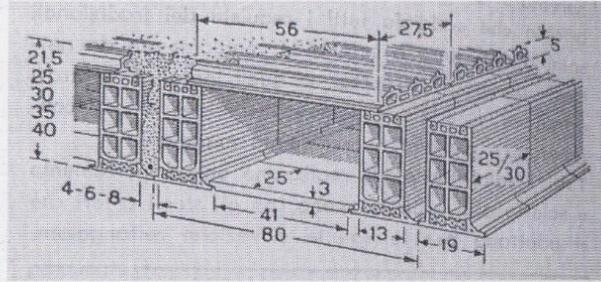
Anni di produzione

fine anni Trenta-metà anni Sessanta

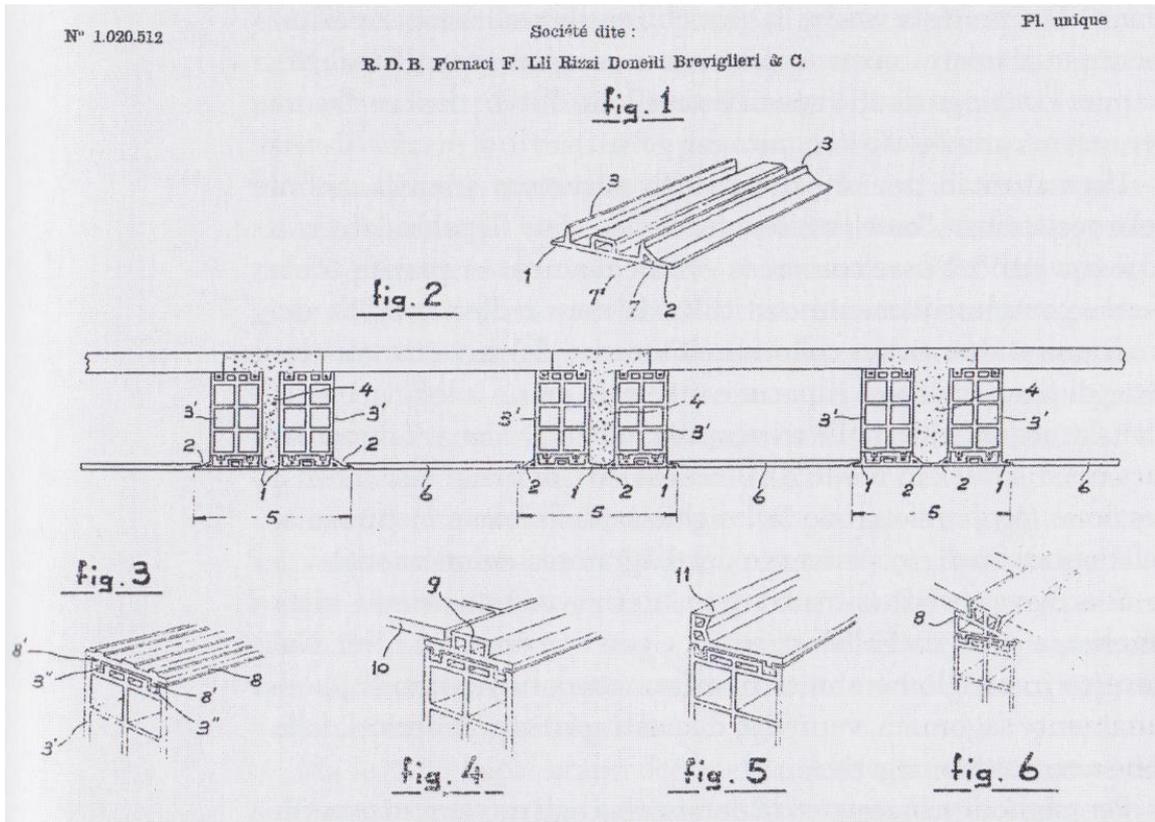
Brevetti

n. 1.020.512 del 6 febbraio 1953

(Francia)



Caratteristiche tecniche	<i>Sapal</i>					
	H solaio (cm)	Spessore soletta (cm)	L blocco (cm)	Interasse nervature (cm)	Larghezza nervature (cm)	Peso proprio (kg/mq)
	17	5	25 - 30	80	4 - 6 - 8	146 - 160
	21.5	5	25 - 30	80	4 - 6 - 8	150 - 170
	25	5	25 - 30	80	4 - 6 - 8	160 - 185



Immagini 6: Caratteristiche tecniche dei solai di tipo SAPAL presenti nei lotti 1 [G. Predari, I solai latero-cementizi nella costruzione moderna in Italia. 1930-1950, Bononia University Press, Bologna 2015]

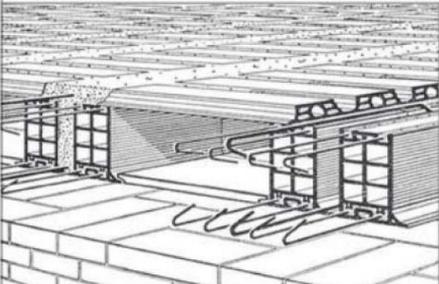
TABELLA 1 CARATTERISTICHE TECNICHE DEI SOLAI SAPAL													
Altezza solaio	Peso laterizi			Peso travi confezionate		Confezione travi				Larghezza travetti cm	Conglomerato	Peso totale in opera	
	Travi	Solette tavelle	Totale	Kg/ml	Kg/m ²	Cemento	Sabbia	Muratore	Manovalore				
cm	Kg/m ²	Kg/m ²	Kg/m ²	Kg/ml	Kg/m ²	Kg/m ²	l/m ²	h/m ²	h/m ²	l/m ²	l/m ²	Kg/m ²	
	21,5	32	39	71	15,5	39	2	3,1	0,15	0,10	4 6 8	28,6 32,4 36,3	145 155 165
	25	37	39	76	18	45	2,5	4,1	0,15	0,10	4 6 8	30,4 35,2 39,9	155 170 180
	30	43	39	82	21	53	2,5	4,1	0,15	0,10	4 6 8	32,9 39 44,9	170 185 200
	35	48	39	87	22,5	57	2,5	4,1	0,1	0,12	4 6 8	35,4 42,6 49,9	180 200 215
	40	57	39	96	26,5	6	2,5	4,1	0,20	0,15	4 6 8	37,8 46,3 54,8	195 215 235

Immagine 30: Caratteristiche tecniche dei solai SAPAL presenti nel lotto 1 [Fonte: A. Pagliuca, L'architettura del grano a Matera: il Mulino Alvino. Frammenti di tecnologie costruttive del '900., Gangemi editore, 2016]

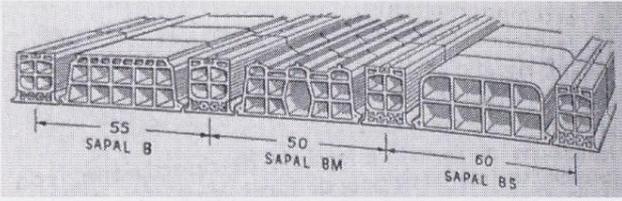
Scheda n. 12 – Sapal tipo B

Denominazione
Sapal B
 Sapal BM
 Sapal BS

Azienda produttrice
 Rizzi, Donelli e Breviglieri di Piacenza

Anni di produzione
 fine anni Trenta-metà anni Sessanta

Brevetti
 Non disponibili



Caratteristiche tecniche	Sapal B				
	H solaio (cm)	Spessore soletta (cm)	Interasse nervature (cm)	Larghezza travi Sapal (cm)	Peso proprio (kg/mq)
	12	-	55	13	85
	16,5	-	55	13	125

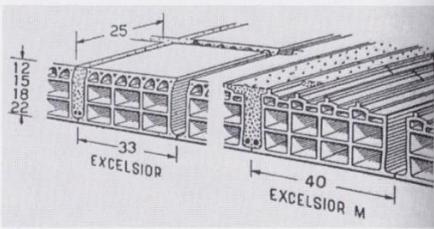
Immagine 7: Caratteristiche tecniche dei solai di tipo SAPAL B presenti nei lotti 1 [G. Predari, I solai latero-cementizi nella costruzione moderna in Italia. 1930-1950, Bononia University Press, Bologna 2015]

Denominazione
Excelsior
Excelsior M
Excelsior MB (a nervature incrociate)

Azienda produttrice
 Rizzi, Donelli e Breviglieri di Piacenza

Anni di produzione
 metà anni Venti-fine anni Sessanta

Brevetti
 n. 723.366, gr. 13, cl. 1, 25 settembre 1931
 (Francia)



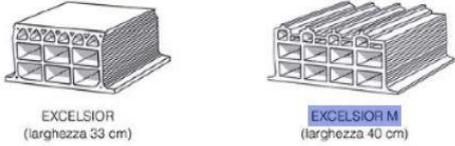
Caratteristiche tecniche	Excelsior M – per luci fino a 6.5 m					
	H blocco (cm)	H solaio (cm)	L blocco (cm)	Interasse nervature (cm)	Larghezza nervature (cm)	Peso proprio (kg/mq)
	12	12	25	40	6	111
	15	15	25	40	6	132
	18	18	25	40	7	155
	22	22	25	40	7	182

Immagine 31: Caratteristiche tecniche dei solai di tipo EXCELSIOR M presenti nel lotto 3 [G. Predari, I solai latero-cementizi nella costruzione moderna in Italia. 1930-1950, Bononia University Press, Bologna 2015]

TABELLA 1_CARATTERISTICHE TECNICHE SOLAIO EXCELSIOR

12	15	18	22	Altezza solaio H (cm)	12	15	18	22
6	7			Spessore medio nervature (cm)	6	7		
110	130	160	198	Peso solaio in opera (Kg/m ²)	111	132	155	182
50	60	65	83	Peso laterizio (Kg/m ²)	44	55	59	82
24	29	40	48	Volume conglomerato (l/m ²)	28	32	40	46

Di massima l'altezza del solaio necessaria per un sovraccarico normale di 300 Kg/m² e per limite $\sigma = 50$ Kg/cm² è data da $=0,033 l$ per solaio in semincastro - $H=0,040 l$ per solaio in libero appoggio.

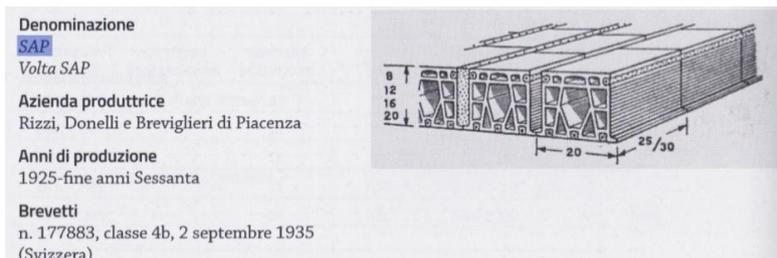


EXCELSIOR (larghezza 33 cm) EXCELSIOR M (larghezza 40 cm)

TABELLA 2_PORTATE MASSIME E BRACCIO DI LEVA E DELLA COPPIA RESISTENTE

Tipo di struttura	Altezza		Distanze tra i centri di pressione e tensione ξ	Portata massima l	Peso proprio p_s	Momenti massimi di servizio M
	totale H	utile h				
	cm	cm	cm	m	Kg/m ²	Kgm
Solaio EXCELSIOR	12	10,50	9,80	4,00	110	660
	15	13,50	12,60	5,00	130	1100
	18	16,50	15,50	5,50	160	1600
	22	20	18,80	6,00	198	2400

Immagine 32: Caratteristiche tecniche dei solai di tipo EXCELSIOR M presenti nel lotto 3 [Fonte: A. Pagliuca, L'architettura del grano a Matera: il Mulino Alvino. Frammenti di tecnologie costruttive del '900., Gangemi editore, 2016]



Caratteristiche tecniche	SAP					
	H blocco (cm)	H solaio (cm)	L blocco (cm)	Interasse blocchi (cm)	Larghezza nervature (cm)	Peso proprio (kg/mq)
	8	8	25 o 30	20	min 2.5	78
	12	12	25 o 30	20	min 2.5	94
	16	16	25 o 30	20	min 2.5	118
	20	20	25 o 30	20	min 2.5	141
In condizione di appoggio:						
	H solaio (cm)	Luce (m)	Sovraccarico (kg/mq)	Armatura superiore	Armatura inferiore	
	8	2.00 – 5.00	675 – 50	1Φ3	2Φ4 - 2Φ7	
	12	2.00 – 5.50	1100 – 50	1Φ3	2Φ4 - 2Φ7	
	16	2.00 – 6.50	1500 – 50	1Φ3	2Φ4 - 2Φ7	
	20	2.00 – 6.50	2050 – 50	1Φ3	2Φ4 - 2Φ7	
In condizione di semincastro:						
	H solaio (cm)	Luce (m)	Sovraccarico (kg/mq)	Armatura superiore	Armatura inferiore	
	8	2.00 – 6.00	1000 – 50	1Φ3+1Φ5-Φ10	2Φ4 - 2Φ7	
	12	2.00 – 6.50	1750 – 50	1Φ3+1Φ5-Φ10	2Φ4 - 2Φ7	
	16	2.00 – 6.50	2450 – 50	1Φ3+1Φ5-Φ10	2Φ4 - 2Φ7	
	20	2.00 – 6.50	3150 – 50	1Φ3+1Φ5-Φ10	2Φ4 - 2Φ7	

Immagine 8: Caratteristiche tecniche dei solai di tipo SAP presenti nei lotti 1 e 2 [G. Predari, I solai latero-cementizi nella costruzione moderna in Italia. 1930-1950, Bononia University Press, Bologna 2015]

TABELLA 1_CARATTERISTICHE TECNICHE DEL SOLAIO S.A.P.

SAP	Peso laterizio	Peso travi confezionate		CONFEZIONE TRAVI				conglomerato	peso totale
				cemento	sabbia	Mura-tore	Mano-vale		
cm	Kg/m ²	Kg/ml	Kg/m ²	Kg/m ²	l/m ²	h/m ²	h/m ²	l/m ²	Kg/m ²
8	50	14	70	5	7	0,40	0,40	7	85
12	70	18	90	5	7	0,40	0,40	11	110
16	80	20	105	5	7	0,40	0,40	15	130
20	95	22	110	5	7	0,40	0,40	30	175

TABELLA 2_CARATTERISTICHE TECNICHE DEL SOLAIO S.A.P.

Tipo di struttura	Peso proprio Kg/m ²	Momenti totali di servizio in Kgm riferiti alla striscia di solaio larga 1 m				
SAP 8	85	230	290	405	-	-
SAP 12	110	385	540	655	-	-
SAP 16	130	615	720	960	1290	-
SAP 20	175	700	1170	1430	1890	2025
Armatura per ogni trave larga 20Φ mm		3 φ 3	3 φ 4	3 φ 5	3 φ 6	4 φ 6
Carico di snerv. minimo dell'acciaio σ _s Kg/mm ²		70	60	55	50	50

Immagine 33: Caratteristiche tecniche dei solai di tipo SAP presenti nei lotti 1 e 2 [Fonte: A. Pagliuca, L'architettura del grano a Matera: il Mulino Alvino. Frammenti di tecnologie costruttive del '900., Gangemi editore, 2016]

Denominazione

Stimip A

Stimip MA

Azienda produttrice

Rizzi, Donelli e Breviglieri di Piacenza

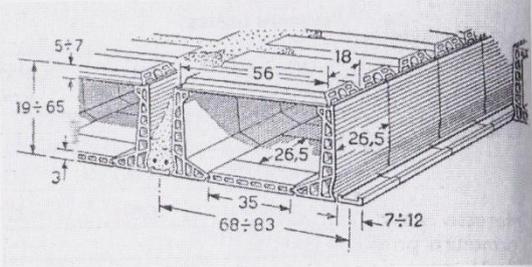
Anni di produzione

1930-fine anni Sessanta

Brevetti

n. 724.067, gr. 7, cl. 3, 21 avril 1932

(Francia)



Caratteristiche tecniche

Stimip A (tra parentesi: valori per Stimip MA)

H solaio (cm)	Spessore soletta in laterizio (cm)	L blocco (cm)	Interasse nervature (cm)	Larghezza nervature (cm)	Peso proprio (kg/mq)
19	5	26,5	68	7	138 (145)
22	5	26,5	68	7	150 (157)
26	5	26,5	68	7	165 (172)
29	5	26,5	68	7	178 (185)
34	5	26,5	69	8	206 (213)

Immagine 9: Caratteristiche tecniche dei solai di tipo STIMIP MA presenti nei lotti 3 [G. Predari, I solai latero-cementizi nella costruzione moderna in Italia. 1930-1950, Bononia University Press, Bologna 2015]

TABELLA 1_CARATTERISTICHE TECNICHE SOLAIO STIMIP A e STIMIP MA

Altezza solaio	Dati per il calcolo				Dati per il preventivo				
	Spessore e tipo soletta	Interasse nervature	Spessore medio nerv.	Peso solaio in opera Kg/mq.		Volume conglomerato l/mq.		Peso laterizio kg/mq	
				A	MA	A	MA	A	MA
19	in colto (A) mista (MA)	cm	cm	138	145	28	35	70	60
22				150	157	32	39	73	63
26				165	174	37	44	76	66
29				178	185	41	48	80	70
34				206	213	51	53	83	73
38	Soletta cm 5	69	9,7	226	233	58	65	87	77
43				251	258	66	73	92	82
46				265	278	71	78	95	85
50				280	287	76	83	97	87

Immagine 34: Caratteristiche tecniche dei solai di tipo STIMIP MA presenti nel lotto 3 [Fonte: A. Pagliuca, L'architettura del grano a Matera: il Mulino Alvino. Frammenti di tecnologie costruttive del '900., Gangemi editore, 2016]

A titolo di esempio, si riportano di seguito alcuni estratti significativi del materiale dei progetti originali dei tre lotti, del fabbricato studiato in questa tesi, raccolti presso l'Archivio Storico della Regione Emilia-Romagna a San Giorgio di Piano.

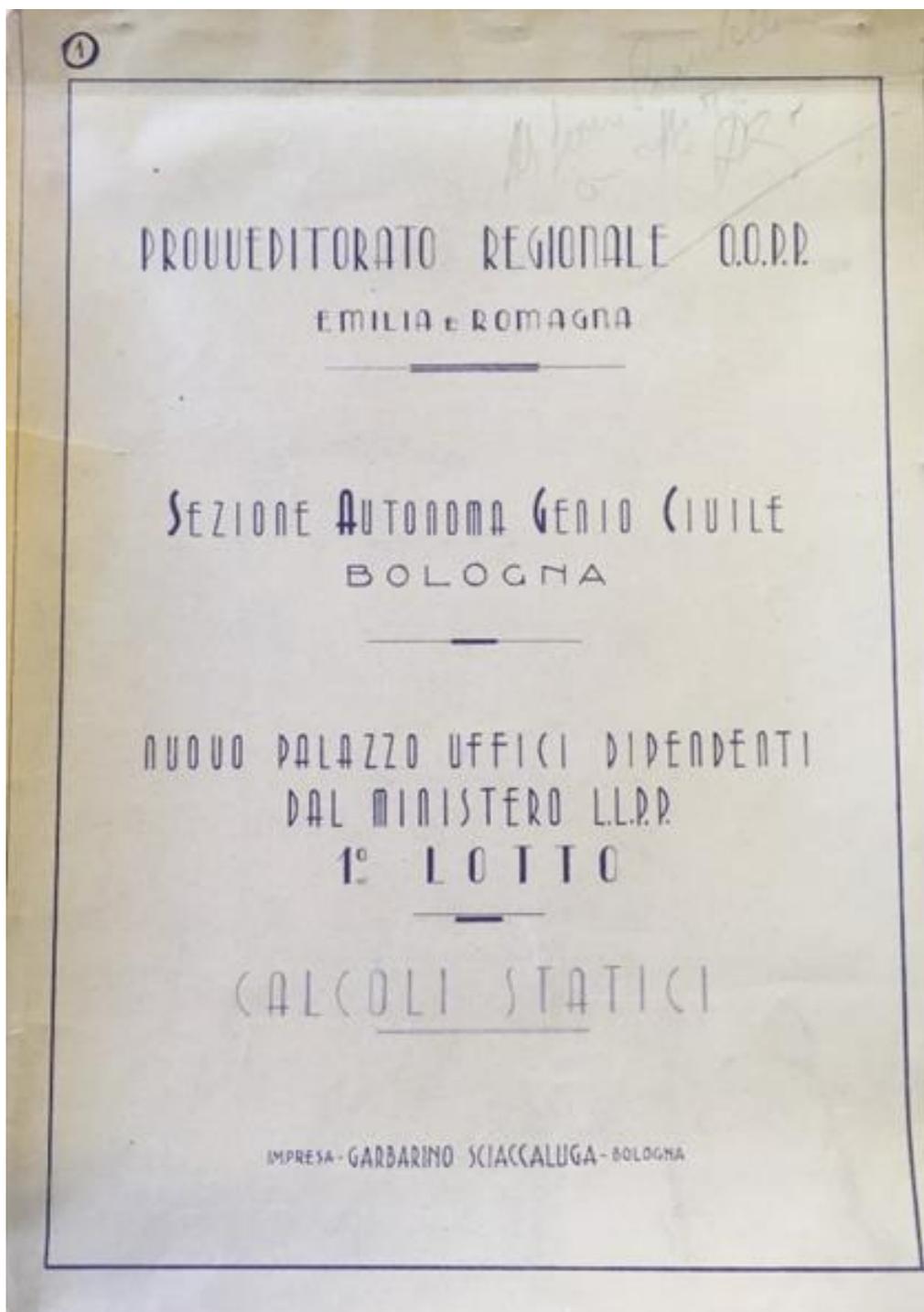


Immagine 35: Frontespizio della relazione di calcolo del lotto 1 [Fonte: Progetto originale conservato presso l'Archivio Storico della Regione Emilia-Romagna a San Giorgio di Piano]

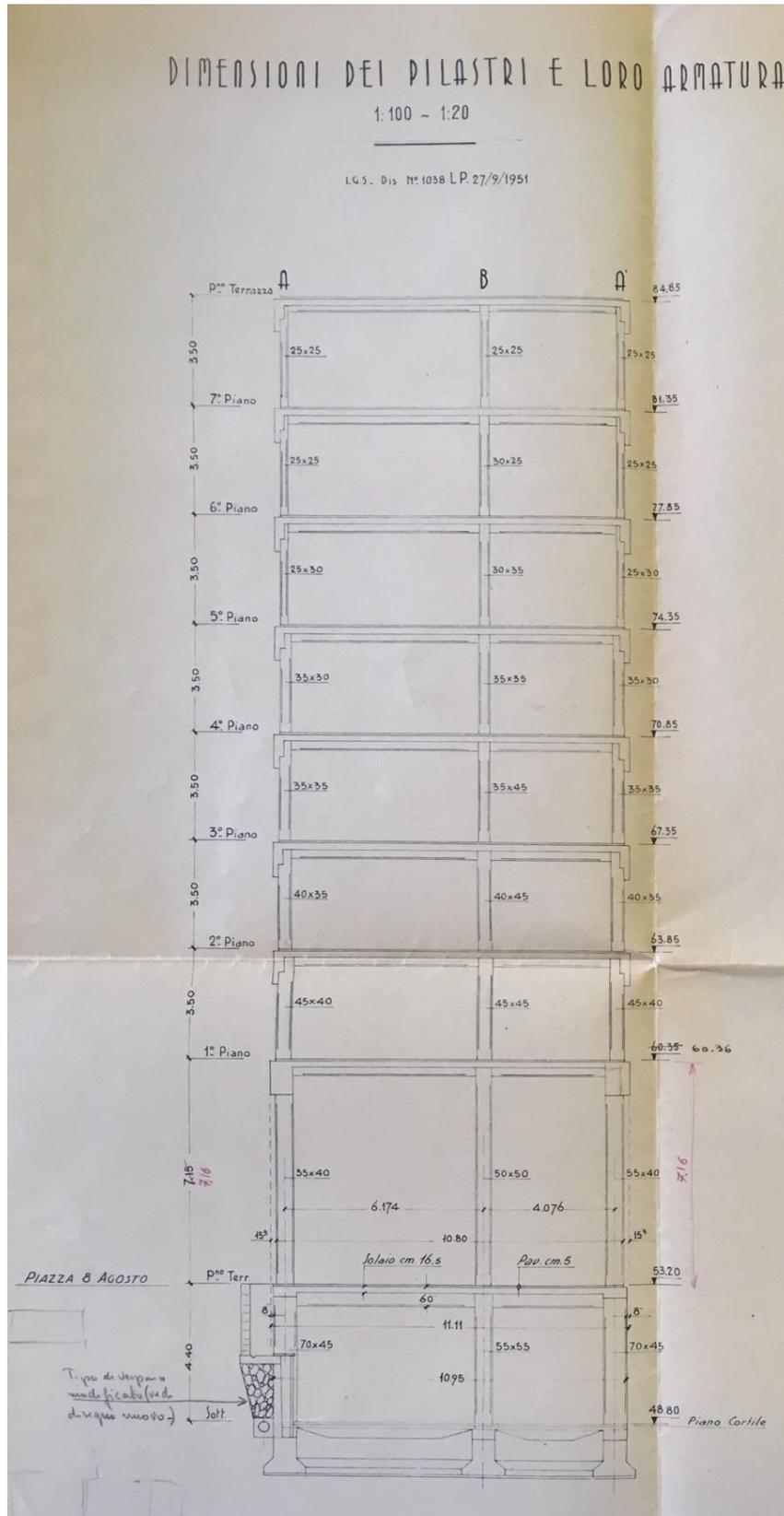


Immagine 36: Sezione cielo-terra della struttura del lotto 1 [Fonte: Progetto originale conservato presso l'Archivio Storico della Regione Emilia-Romagna a San Giorgio di Piano]

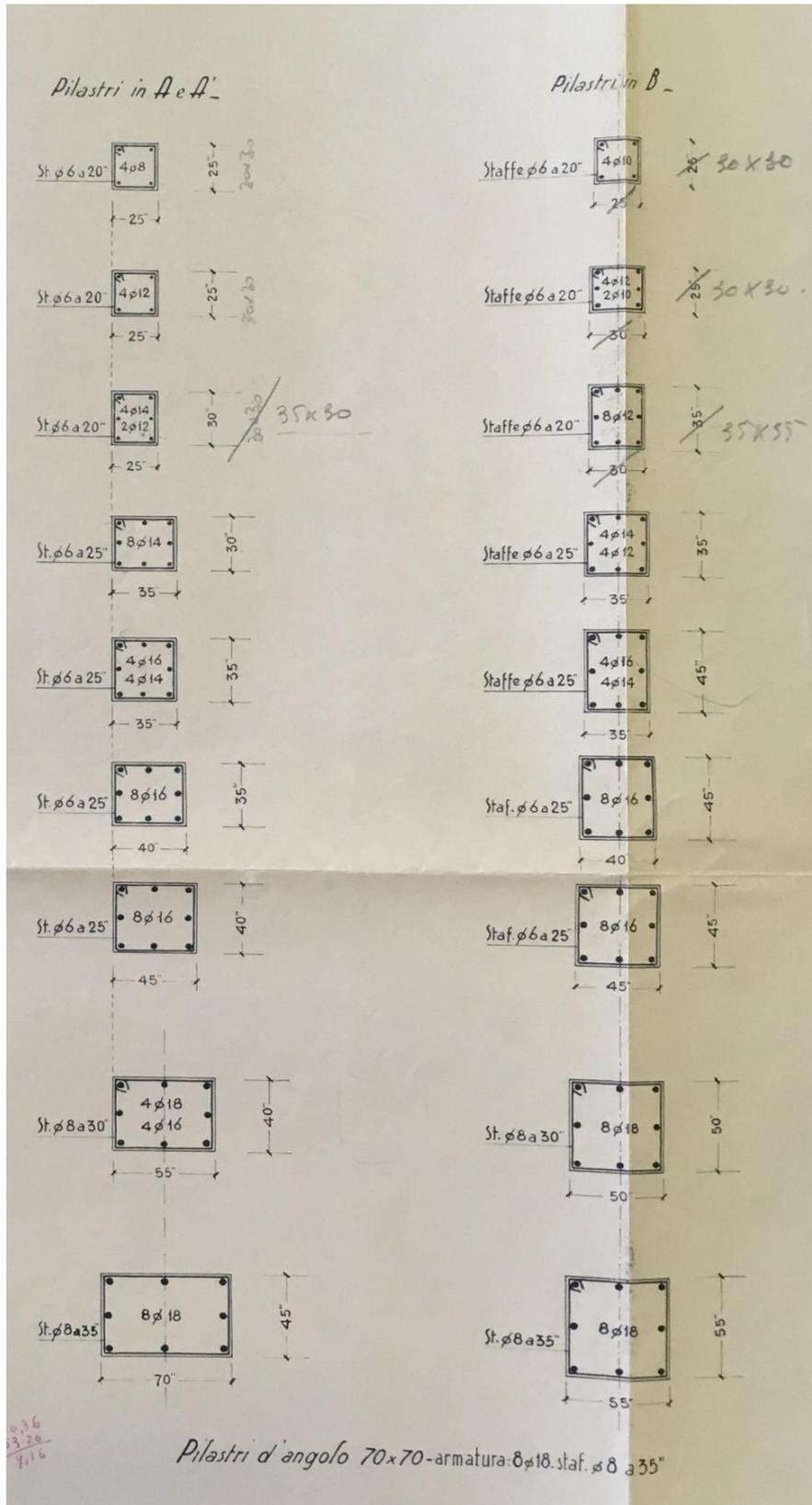


Immagine 37: Pilastri e loro armature, relativi alla sezione cielo-terra del lotto 1 [Fonte: Progetto originale conservato presso l'Archivio Storico della Regione Emilia-Romagna a San Giorgio di Piano]

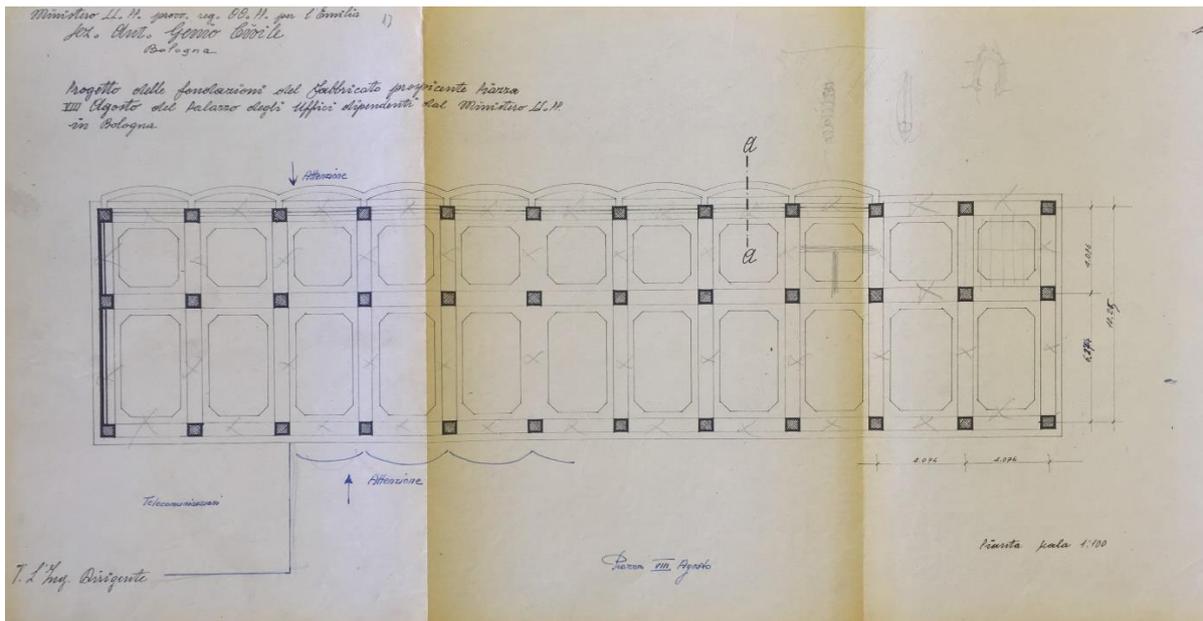


Immagine 38: Pianta delle travi rovesce di fondazione del lotto 1 [Fonte: Progetto originale conservato presso l'Archivio Storico della Regione Emilia-Romagna a San Giorgio di Piano]

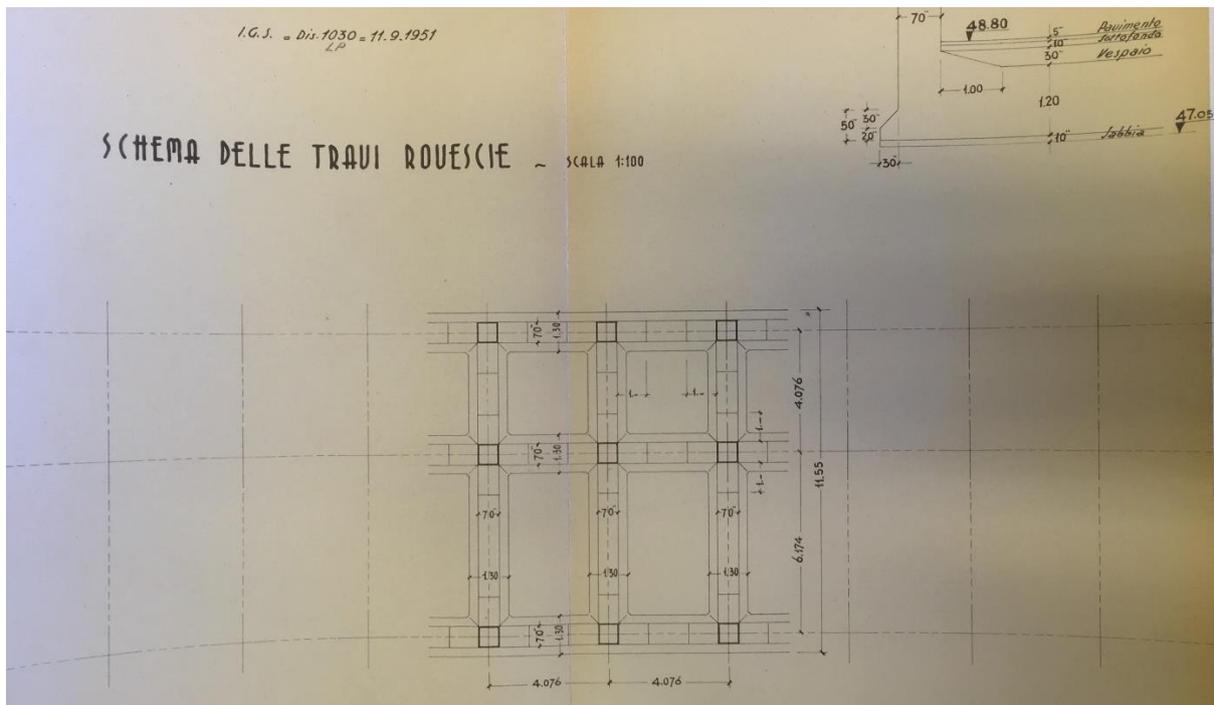


Immagine 39: Schema delle travi rovesce di fondazione del lotto 1 [Fonte: Progetto originale conservato presso l'Archivio Storico della Regione Emilia-Romagna a San Giorgio di Piano]

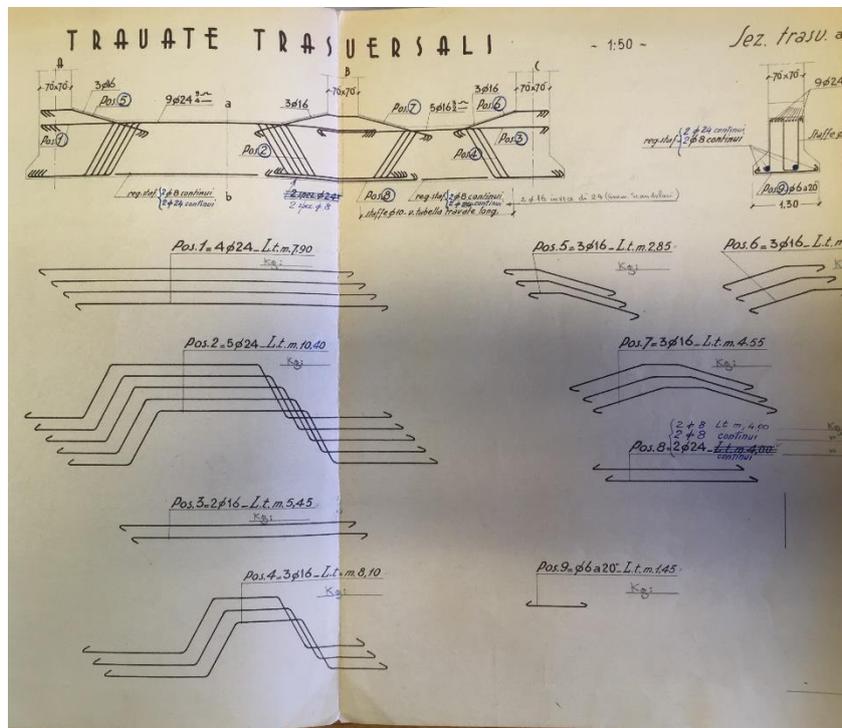
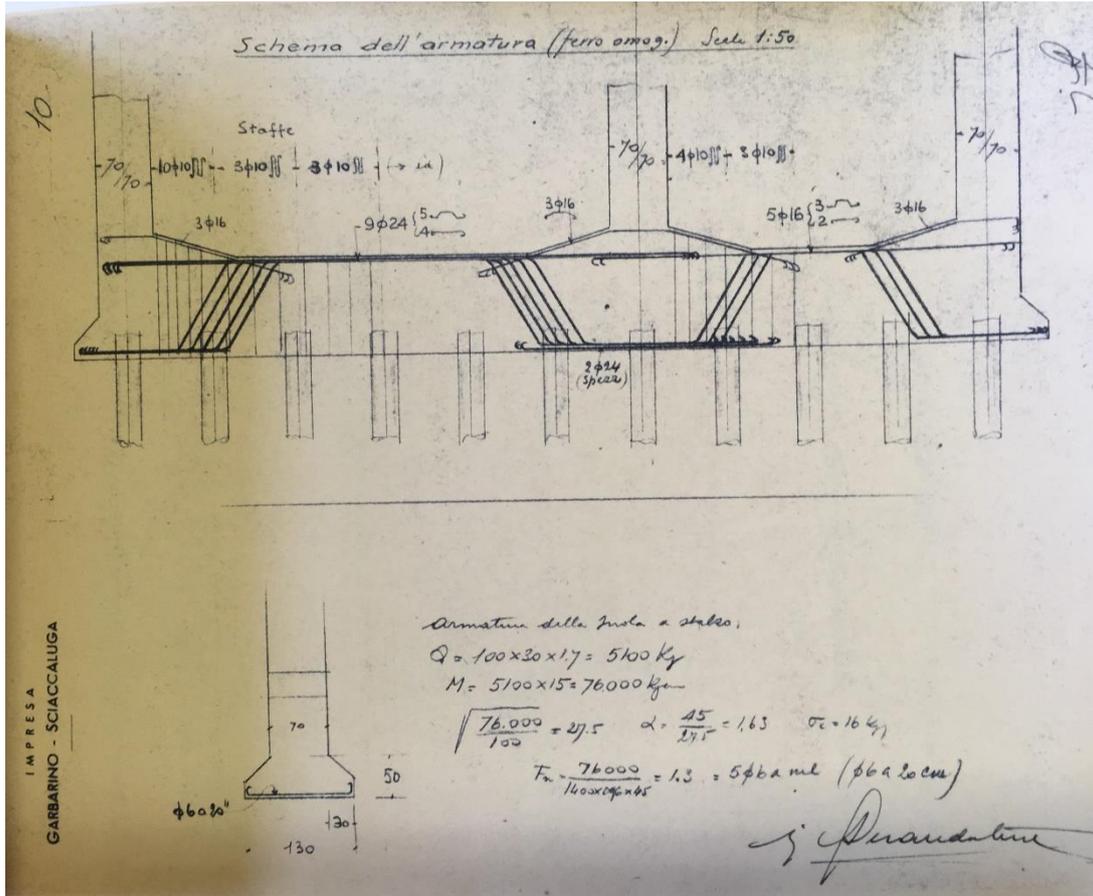


Immagine 10: Schemi dell'armatura delle travi rovesce di fondazione del lotto 1 [Fonte: Progetto originale conservato presso l'Archivio Storico della Regione Emilia-Romagna a San Giorgio di Piano]

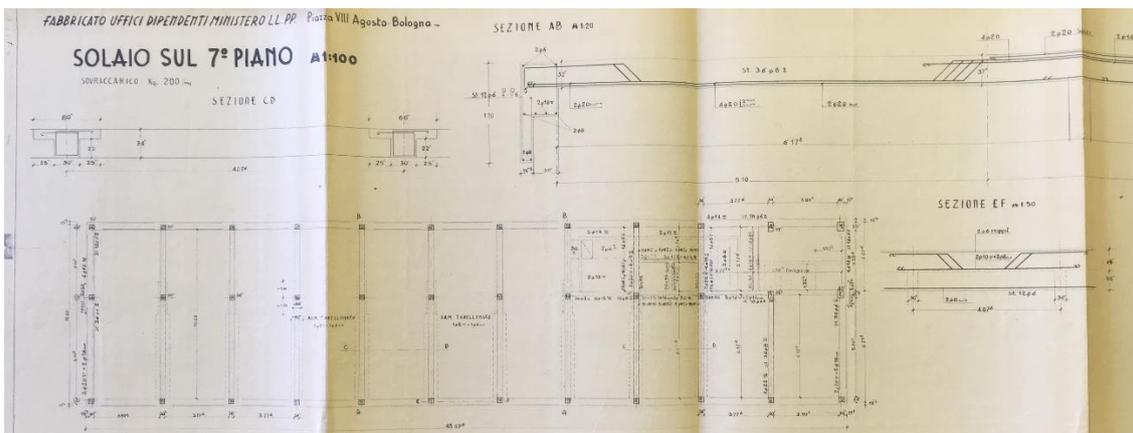
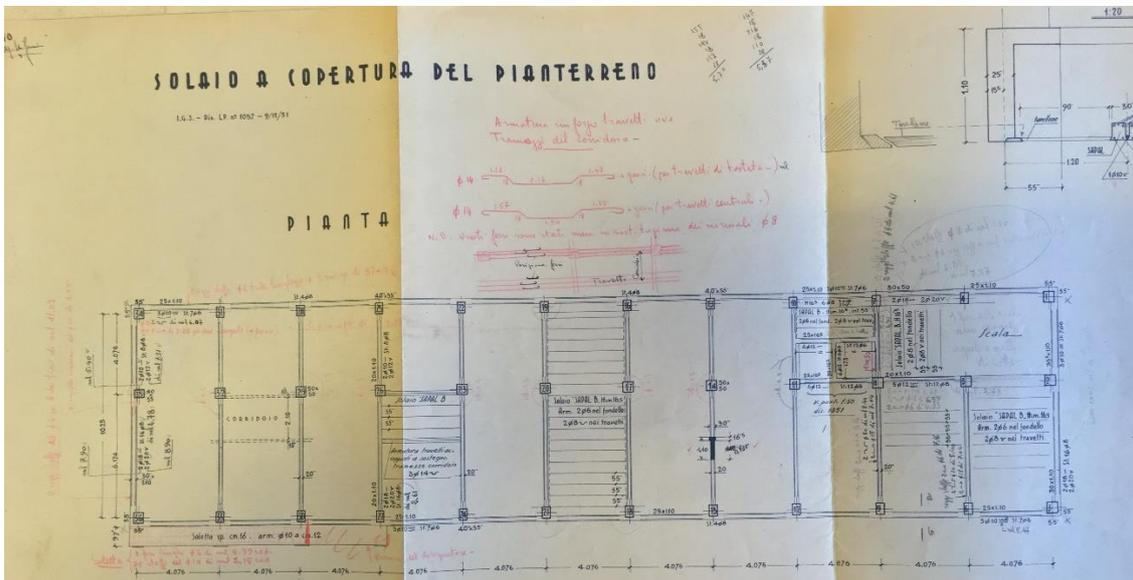
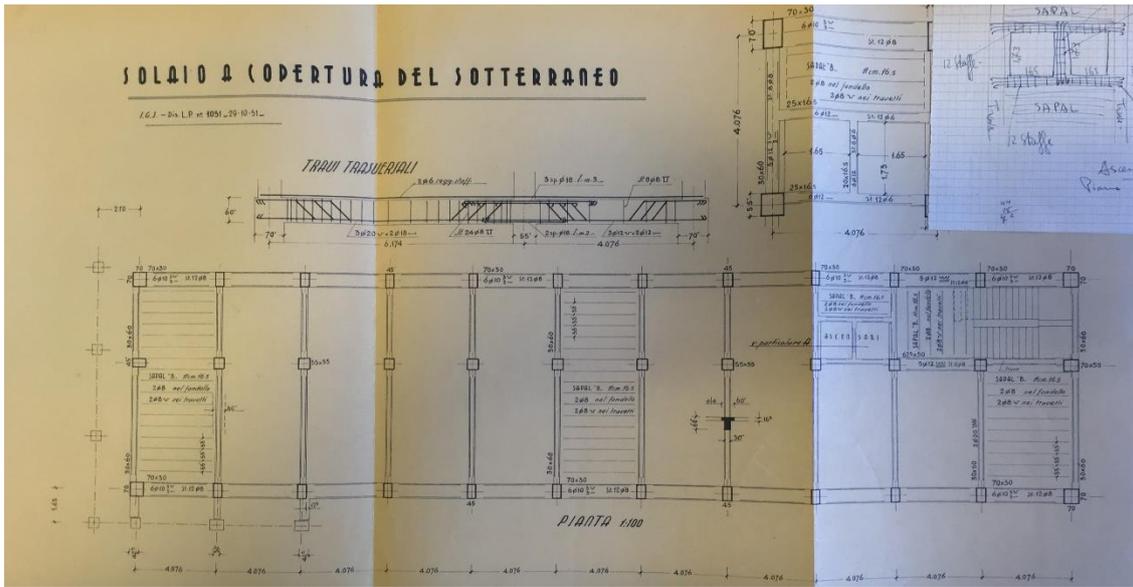


Immagine 11: Alcune piante strutturali del lotto 1 [Fonte: Progetto originale conservato presso l'Archivio Storico della Regione Emilia-Romagna a San Giorgio di Piano]

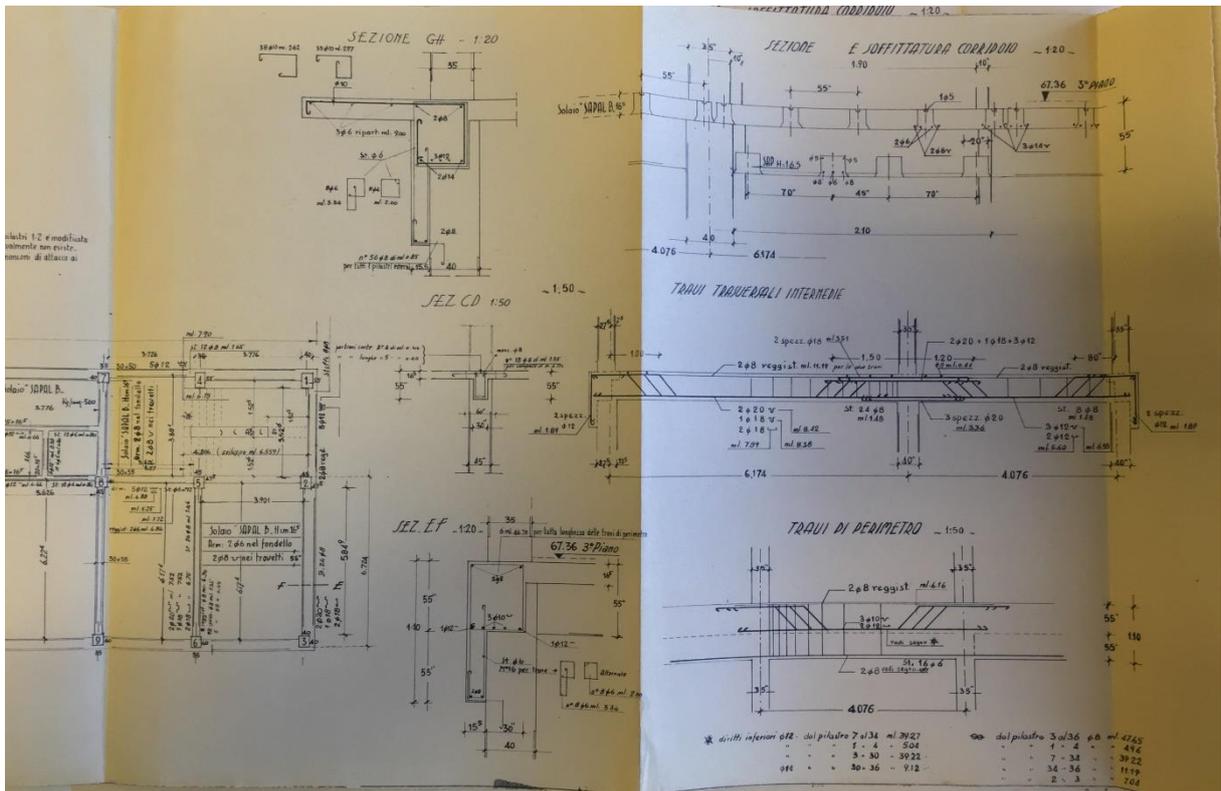
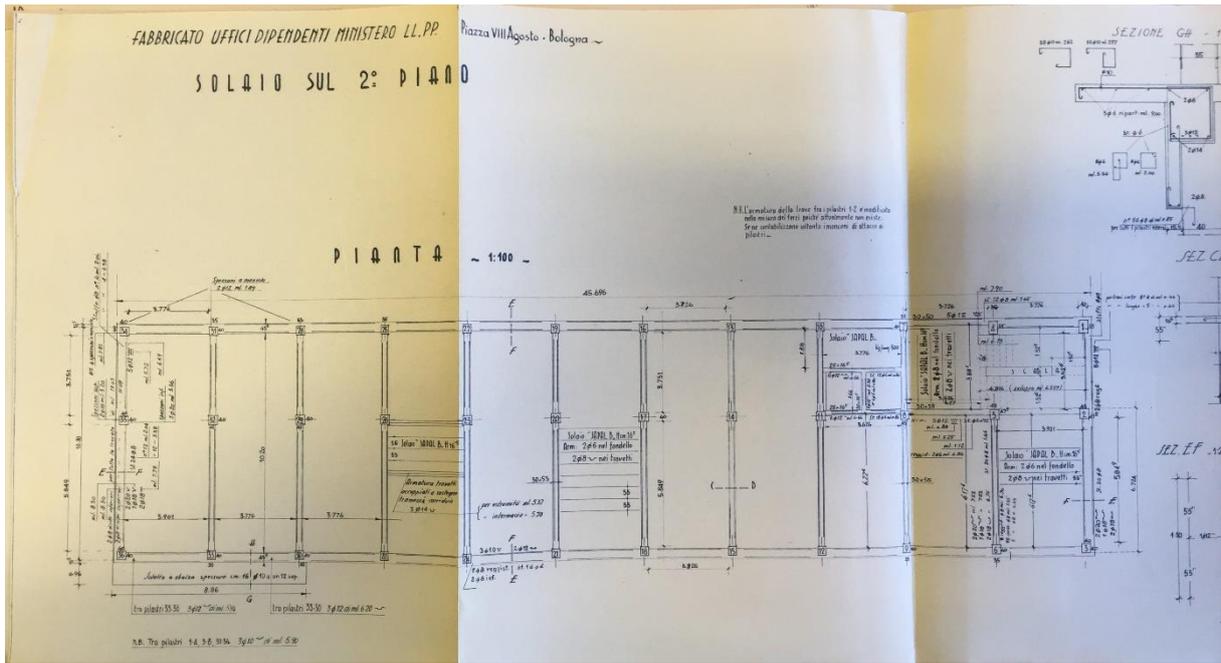


Immagine 12: Pianta strutturale e dettagli costruttivi del solaio del 2° Piano del lotto 1 [Fonte: Progetto originale conservato presso l'Archivio Storico della Regione Emilia-Romagna a San Giorgio di Piano]

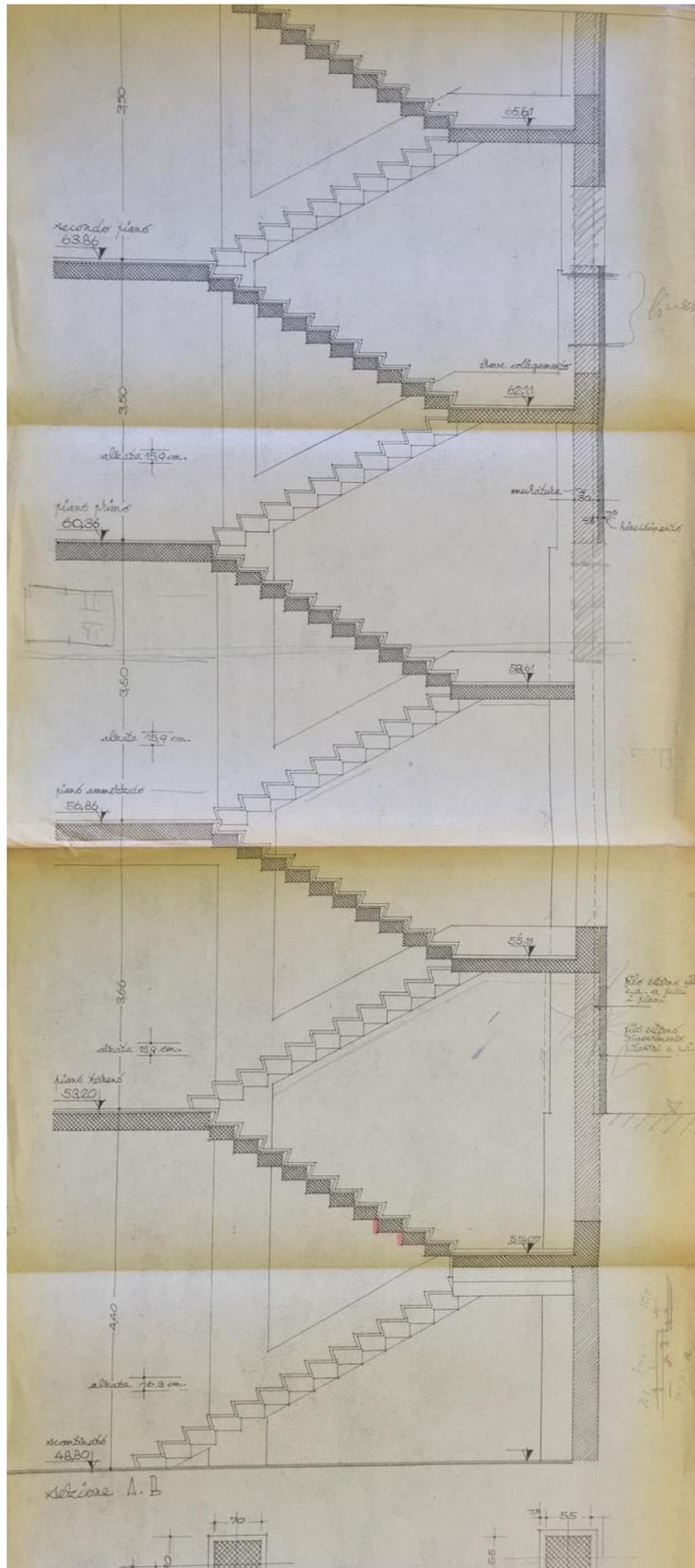


Immagine 40: Sezione cielo-terra della scala del lotto 1 [Fonte: Progetto originale conservato presso l'Archivio Storico della Regione Emilia-Romagna a San Giorgio di Piano]

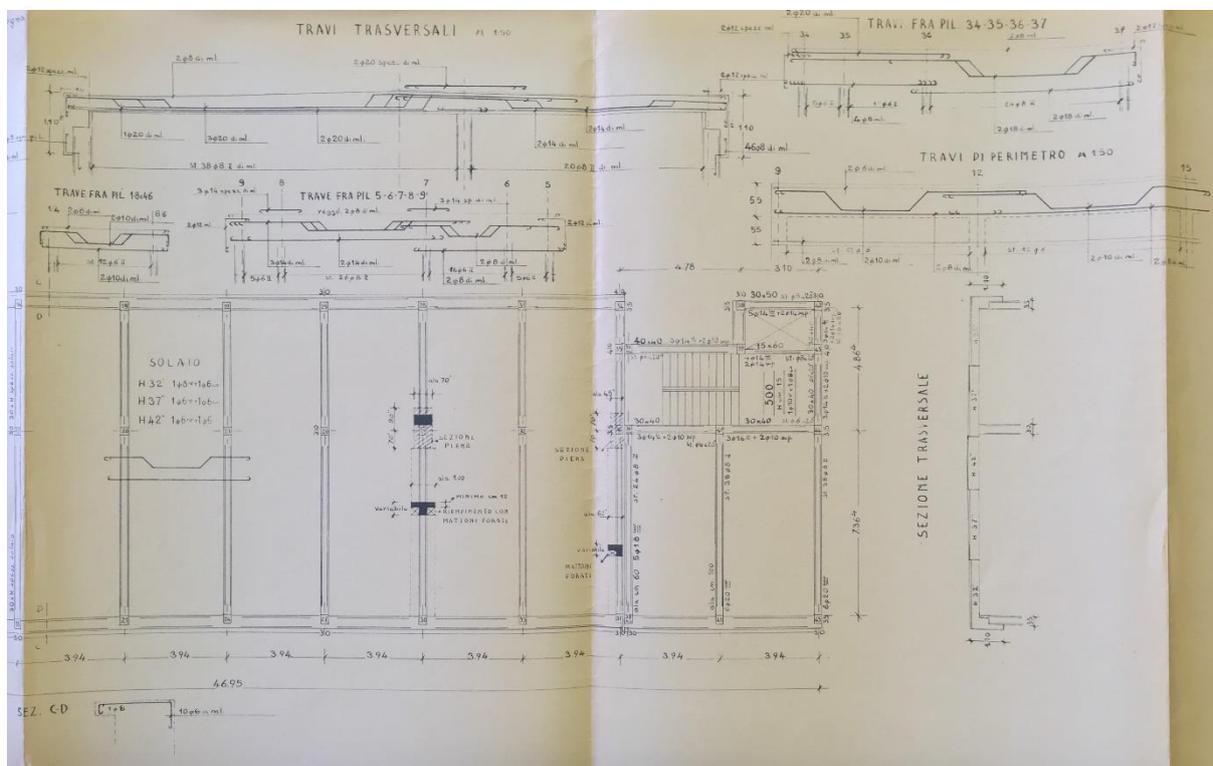
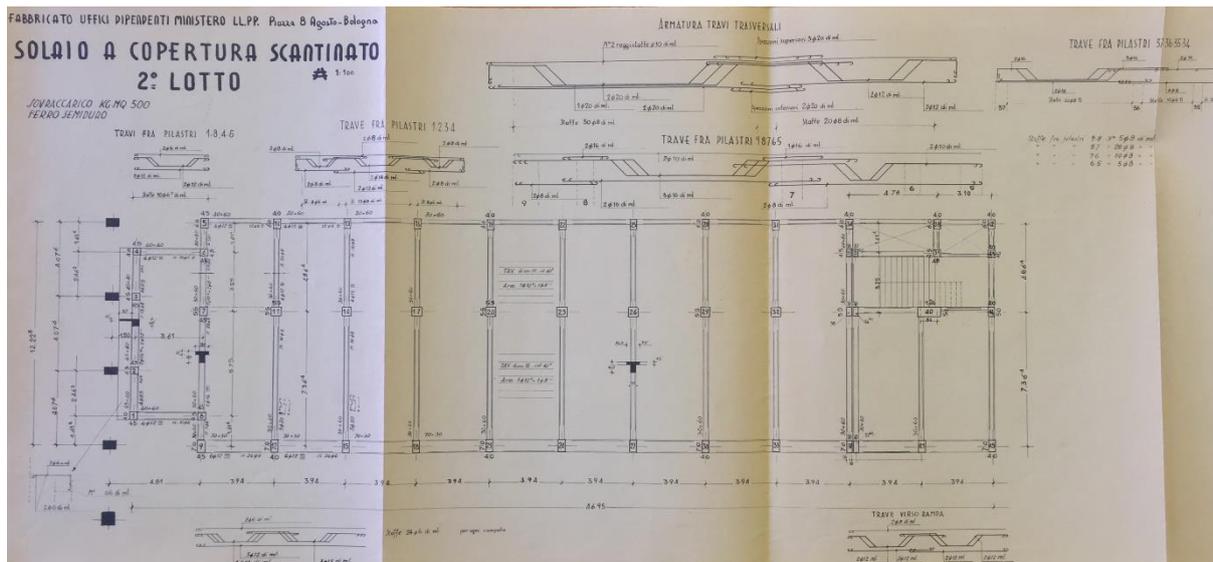
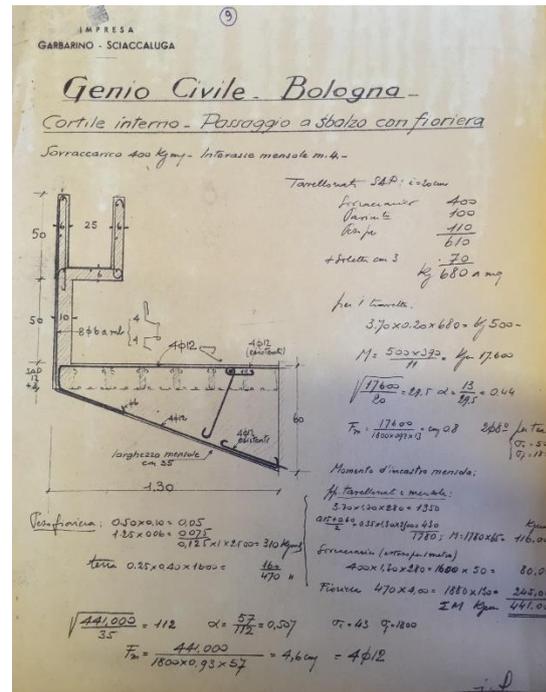
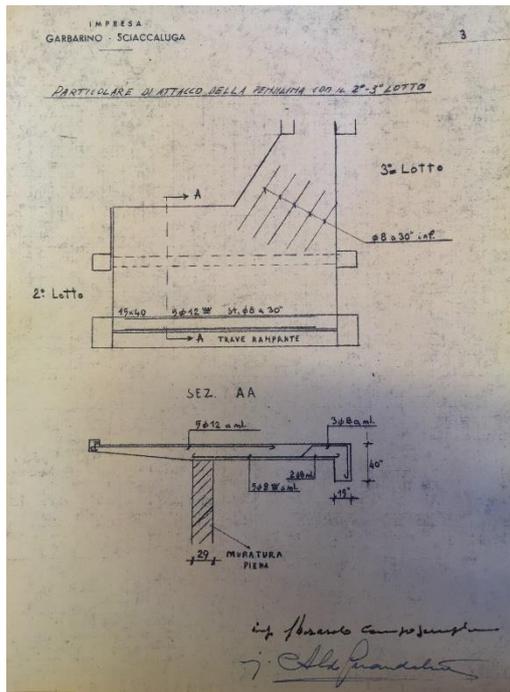
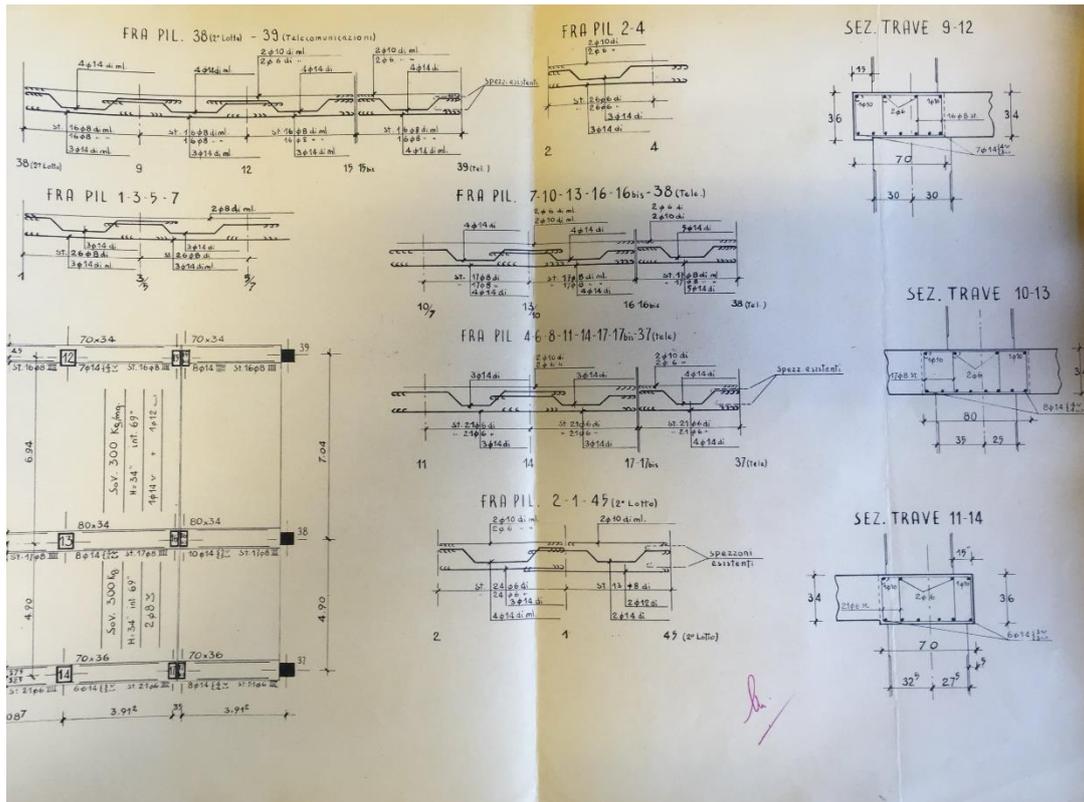


Immagine 13: Pianta strutturale del Piano Terra del lotto 2 ed estratto della pianta della copertura del lotto 2 [Fonte: Progetto originale conservato presso l'Archivio Storico della Regione Emilia-Romagna a San Giorgio di Piano]



Immagini 16: Alcuni dettagli costruttivi della struttura del solaio ammezzato del lotto 3 e dei solai di due pensiline dei camminamenti della corte interna [Fonte: Progetto originale conservato presso l'Archivio Storico della Regione Emilia-Romagna a San Giorgio di Piano]

6.3. Le caratteristiche peculiari dell'edificio

La superficie coperta al piano terreno dal complesso del Provveditorato è di circa 1440 mq. Ciascuno dei 3 blocchi che compongono la costruzione ha una pianta assimilabile ad un rettangolo. Tutti e tre i blocchi presentano un piano seminterrato e delle strutture portanti a telaio in conglomerato cementizio armato:

- il blocco 1 (verso la Piazza) si sviluppa in 9 piani fuori terra ed è caratterizzato da un ampio portico
- il blocco 2 si estende per 6 piani fuori terra
- il blocco 3 presenta un portico al piano terra e si eleva dal piano terra di 5 e 6 piani (a seconda della posizione).

Gli orizzontamenti della strutture dei 3 blocchi sono solai in laterocemento di tipo:

- Sapal e Sapal B, per il lotto 1
- Perfetto SM, SAP, per il lotto 2
- Excelsior M, Perfetto SM, Stimip MA, il lotto 3.

In accordo con la pratiche costruttive dell'epoca, gli orizzontamenti presentano la soletta superiore in cemento priva della rete elettrosaldada. I tamponamenti esterni e i tramezzi interni sono realizzati in muratura di laterizio, in parte in mattoni pieni, e in parte forati. Tutte le tre coperture sono piane. Le fondazioni sono di tipo profondo, a micropali con diametro di 30 cm, collegate da travi rovesce. Le destinazioni d'uso prevalenti sono uffici, inoltre, sono presenti alcuni appartamenti. Come emerge dai progetti esecutivi e dalle relazioni di calcolo originali di ciascuno dei tre blocchi⁷⁰ costituenti il complesso demaniale, dalle due relazioni di valutazione della vulnerabilità sismica e dai sopralluoghi effettuati:

⁷⁰ conservate presso l'Archivio Storico della Regione Emilia-Romagna a San Giorgio di Piano

- la struttura di ciascuno dei tre blocchi è costituita da un telaio monodimensionale trasversale, cioè nella sola direzione ortogonale all'orditura dei solai
- In direzione parallela all'orditura dei solai, non sono presenti telai secondari o longitudinali, bensì solo due *“telai impropri costituiti dalle pilastrate esterne e da cordoli che le collegano in direzione parallela ai solai”*
- la tipologia di struttura riscontrata nei tre blocchi è tipica per l'epoca di costruzione, in quanto la città di Bologna non era classificata come zona sismica all'epoca della realizzazione dell'opera
- per zone non sismiche, la consuetudine dell'epoca era di *“progettare le strutture con riferimento prevalente ai carichi verticali (in genere le più deboli azioni orizzontali indotte dal vento venivano prese dai telai trasversali, dai nuclei delle scale e dai tamponamenti)”*.⁷¹
- sono assenti le reti elettrosaldate nelle solette dei solai (come confermato dalle prove in sito riportate nella relazione di IS), pertanto la valutazione della rigidità degli orizzontamenti e della struttura nel suo insieme risultano più complesse perché quest'ultima *“è caratterizzata da un comportamento asimmetrico non trascurabile rispetto alle due direzioni principali di sviluppo di ciascun blocco”*
- Il complesso presenta 3 giunti di dilatazione termica, due che separano i tre blocchi tra loro (in direzione ortogonale a via Ciro Menotti) e uno in prossimità dell'adiacenza del terzo blocco con il complesso delle Telecomunicazioni (ortogonale a Via Alessandrini)
- le porzioni degli orizzontamenti del blocco 1 adiacenti al complesso delle Telecomunicazioni sono realizzate con solette in conglomerato cementizio armato a sbalzo

⁷¹ Fonte: Relazione del Prof. ing. Tomaso Trombetti

- i giunti non sono dimensionati per le azioni sismiche previste dalle norme attualmente in vigore, pertanto in presenza di un evento sismico è possibile l'innescare di fenomeni di martellamento.

6.4. Le modalità di raccolta e digitalizzazione dei dati

La raccolta, l'organizzazione, la catalogazione e la digitalizzazione delle informazioni degli oggetti BIM all'interno del modello BIM⁷² dell'opera in esame, al fine di renderle disponibili, attraverso un formato di scambio aperto, agli attori che interverranno nelle fasi successive del suo ciclo di vita, è stata attuata seguendo una successione di passaggi complementari tra loro.

La redazione della documentazione informativa di un'opera esistente aggiornata, accessibile e strutturata in maniera adeguata a rispondere alle esigenze degli attori coinvolti nei futuri interventi ha richiesto:

- la classificazione⁷³ degli elementi costruttivi "elementari", virtualizzati come oggetti BIM all'interno del modello informativo, dell'organismo edilizio esistente studiato
- la definizione di attributi (geometrici, informativi o non geometrici) specifici rilevanti per ogni oggetto BIM a seconda degli usi e degli obiettivi dei modelli digitali e della fase di sviluppo (LOD) approvata nella quale si trova ciascun elemento costruttivo al fine di identificarlo in maniera univoca.

Tale approccio integrato ai processi di modellazione BIM permette di inserire all'interno di un unico supporto Informatico, il modello informativo digitale dell'opera, tutte le informazioni rilevanti raccolte e di realizzare una libreria di oggetti con informazioni associate condivisibili e aggiornabili bidirezionalmente attraverso il formato aperto IFC e il processo COBie⁷⁴.

⁷² di entrambe le discipline (architettone e strutturale)

⁷³ per il caso oggetto di studio, con il sistema di classificazione progettato in questa tesi

⁷⁴ che consente una gestione degli attributi informativi degli oggetti BIM con strumenti di uso comune (Excel)

Compatibilmente alle risorse a disposizione, agli obiettivi e usi previsti dei due modelli si è stabilito il livello di sviluppo degli oggetti BIM.

In particolare, per il modello architettonico delle facciate l'obiettivo fissato è stato quello di classificare le tipologie di rivestimenti presenti, virtualizzati come oggetti BIM, inserire le informazioni disponibili in ciascuno di essi e predisporre ulteriori proprietà rilevanti, sulla base delle conoscenze acquisite nelle fasi di ricerca e rilievo, a supporto della fase di "gestione e manutenzione" dell'opera esistente durante lo stadio di esercizio.

Per il modello strutturale, l'obiettivo principale è stato quello di ricostruire l'effettiva struttura e gli elementi che la compongono, incrociando le informazioni raccolte, al fine di supportare eventuali diagnosi o proposte di interventi sulla stessa.

Di seguito, si riportano le schede degli attributi informativi dei principali oggetti BIM modellati per i due modelli digitali realizzati, quello strutturale e quello architettonico delle facciate.

TERRENO – MASCHERA ATTRIBUTI SPECIFICI (LOD G)

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
LOG	Area Sezione [m ²]	
	Volume [m ³]	
LOI	Tipologia terreno	
	Carico ammissibile [kg/cm ²] = 1*10 ⁻⁴ [kg/m ²]	
	Resistenza meccanica allo schiacciamento modulo di compressibilità)	
	Grado di compattezza o scioltezza	
	Densità ρ [kg/m ³]	
	Peso specifico [kN/m ³]	
	Porosità o percentuale dei vuoti	
	Attrito interno (rapporto resistenza al taglio / carico di compressione)	
	Permeabilità	
	Gelività	
	Penetrabilità	
	Natura chimica delle rocce componenti	
	Stabilità tettonica	
	Pendenza degli strati sotterranei	
	Presenza di acqua	
	Presenza di falde	
	Profondità delle falde	
	Passaggio di torrenti sotterranei	
Profondità torrenti sotterranei		
Presenza di fessurazioni e faglie		

POZZI – MASCHERA ATTRIBUTI INFORMATIVI GENERALI (LOD G)

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
Obiettivi e usi	Codice Commessa	
	Disciplina	Modello strutturale
	Fase di progetto	Stadio di Esercizio - Fase di Gestione, Manutenzione
	Tipologia di intervento	Rilievo dello stato di fatto
Operatori coinvolti	Paternità / Responsabile	Studente Andrea Bonetti
	Codice ID Impresa Manutentrice	
	Nome Impresa Manutentrice	
	Soggetto manutentore - Responsabile impresa	
Collocazione temporale (periodo realizzazione, intervalli di operatività, interventi programmati)	Data Inizio Lavori	
	Data Fine Lavori	
	Durata lavori [gg]	
	Date Ultimi Interventi	
	Date Prossimi Interventi	
Elenco per punti dei controlli da effettuare sull'elemento costruttivo	Piano / Attività di Manutenzione	
	Note	Pozzo vuotato e riempito con calcestruzzo di cemento a due quintali e con ghiaia in natura
Livelli di sviluppo del Sistema di Classificazione degli elementi costruttivi progettato nella tesi	Raggruppatore_01	A. SEMINTERRATO
	Raggruppatore_02	A20. COSTRUZIONE DEL BASAMENTO
	Raggruppatore_03	A205010. Pozzi dismessi
	Raggruppatore_04	
Proprietà rilevanti dell'elemento costruttivo	Aspetto	
	Colore	
	Materiali	Conglomerato cementizio armato
	Tipologia IFC Object Type	IfcPile
	Tipo	Costruzione del basamento - Pozzi
	Modello	
	Nome	Pozzo vuotato e riempito
Lavorazioni Quantità Stima costi	Numero Ordine Progressivo CME	
	Codice Lavorazione (E.P. o Analisi Prezzi Unitari)	
	Lavorazione	
	Descrizione lavorazione	
	Unità di Misura CME	
	Quantità CME	
	Prezzo Unitario	
	Hyperlink	
	QR Code	

Collegamenti al materiale completo disponibile sull'elemento costruttivo	Stringa #TagBIM	#CodiceIDImpresaManutenzione = ""; #Raggruppatore_01 = "A. SEMINTERRATO"; #Raggruppatore_02 = "A20. COSTRUZIONE DEL BASAMENTO"; #Raggruppatore_03 = "A2050. POZZI"; #Raggruppatore_04 = "A205010. Pozzi dismessi"; #Materiale = "Congl. cem., ghiaia in natura"; #IFCObjectType = "IfcPile"; #Tipo = "Costruzione del basamento - Pozzi"; #Nome = "Pozzo vuotato e riempito"; #Produttore = ""; #NumeroOrdineProgressivoCME = ""; #Codice Lavorazione = ""
--	-----------------	---

POZZI – MASCHERA ATTRIBUTI SPECIFICI (LOD G)

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
LOG	Area Sezione [m ²]	
	Volume [m ³]	
	Dimensioni [lunghezza*larghezza*altezza] [cm]	
	Diametro [m]	
	Area Armature longitudinali [mm ²]	
	Area Armature trasversali [mm ²]	
	Area Armature [mm ²]	
	% [Area Armature / Area Sezione]	
LOI	Densità ρ [kg/m ³]	
	Massa lineare [kg/ml]	
	Classe di Resistenza C [f _{ck} /R _{ck}] [N/mm ²] = [Mpa]	
	Classe di Esposizione Ambientale	
	D _{max} inerti [mm]	
	Classe di Consistenza	
	Numerazione pozzo	
	Materiale di riempimento	Riempiti di ghiaia in natura
	Massa [kg] / elemento	
	Massa superficiale [kg/m ²]	
	Peso lineare Q _k [kN/m]	
	Peso superficiale [kN/m ²]	
	Peso specifico [kN/m ³]	
	Presenza della falda / presenza di acqua	
Profondità della falda		

**MICROPALI DI FONDAZIONE – MASCHERA ATTRIBUTI INFORMATIVI
GENERALI (LOD G)**

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
Obiettivi e usi	Codice Commessa	
	Disciplina	Modello strutturale
	Fase di progetto	Stadio di Esercizio - Fase di Gestione, Manutenzione
	Tipologia di intervento	Rilievo dello stato di fatto
Operatori coinvolti	Paternità / Responsabile	Studente Andrea Bonetti
	Codice ID Impresa Manutentrica	
	Nome Impresa Manutentrica	
	Soggetto manutentore - Responsabile impresa	
Collocazione temporale (periodo realizzazione, intervalli di operatività, interventi programmati)	Data Inizio Lavori	
	Data Fine Lavori	
	Durata lavori [gg]	
	Date Ultimi Interventi	
	Date Prossimi Interventi	
Elenco per punti dei controlli da effettuare sull'elemento costruttivo	Piano / Attività di Manutenzione	
	Note	
Livelli di sviluppo del Sistema di Classificazione degli elementi costruttivi progettato nella tesi	Raggruppatore_01	A. SEMINTERRATO
	Raggruppatore_02	A10. FONDAZIONI
	Raggruppatore_03	A1090. PALI DI FONDAZIONE
	Raggruppatore_04	
Proprietà rilevanti dell'elemento costruttivo	Aspetto	
	Colore	
	Materiali	Conglomerato cementizio armato
	Tipologia IFC Object Type	IfcPile
	Tipo	Fondazioni profonde
	Modello	
	Nome	Micropali c.a.
Lavorazioni Quantità Stima costi	Numero Ordine Progressivo CME	
	Codice Lavorazione (E.P. o Analisi Prezzi Unitari)	
	Lavorazione	
	Descrizione lavorazione	
	Unità di Misura CME	
	Quantità CME	
	Prezzo Unitario	
	Hyperlink	
	QR Code	

Collegamenti al materiale completo disponibile sull'elemento costruttivo	Stringa #TagBIM	#CodiceIDImpresaManutenzione = ""; #Raggruppatore_01 = "A. SEMINTERRATO"; #Raggruppatore_02 = "A10. FONDAZIONI"; #Raggruppatore_03 = "A1090. PALI DI FONDAZIONE"; #Raggruppatore_04 = ""; #Materiale = "Conglomerato cementizio armato"; #IFCObjectType = "IfcPile"; #Tipo = "Fondazioni profonde"; #Nome = "Micropali c.a."; #Produttore = ""; #nOrdineProgressivoCME = ""; #Codice Lavorazione = ""
--	-----------------	---

MICROPALI DI FONDAZIONE – MASCHERA ATTRIBUTI SPECIFICI (LOD G)

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
LOG	Dimensioni [lungh*largh*alt] [cm]	
	Diametro [cm]	30
	Area Sezione [m ²]	
	Volume [m ³]	
	Area Armature longitudinali [mm ²]	
	Area Armature trasversali [mm ²]	
	Area Armature [mm ²]	
LOI	Densità ρ [kg/m ³]	
	Massa lineare [kg/ml]	
	Classe di Resistenza C [f _{ck} /R _{ck}] [N/mm ²]	
	Classe di Esposizione Ambientale	
	D _{max} inerti [mm]	
	Classe di Consistenza	
	% [Area Armature / Area Sezione]	
	Numerazione Micropalo	
	Massa [kg] / elemento	
	Massa superficiale [kg/m ²]	
	Peso lineare Q _k [kN/m]	
	Peso superficiale [kN/m ²]	
	Peso specifico [kN/m ³]	

**TRAVE ROVESCIA – MASCHERA ATTRIBUTI INFORMATIVI GENERALI
(LOD G)**

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
Obiettivi e usi	Codice Commessa	
	Disciplina	Modello strutturale
	Fase di progetto	Stadio di Esercizio - Fase di Gestione, Manutenzione
	Tipologia di intervento	Rilievo dello stato di fatto
Operatori coinvolti	Paternità / Responsabile	Studente Andrea Bonetti
	Codice ID Impresa Manutentrice	
	Nome Impresa Manutentrice	
	Soggetto manutentore - Responsabile impresa	
Collocazione temporale (periodo realizzazione, intervalli di operatività, interventi programmati)	Data Inizio Lavori	
	Data Fine Lavori	
	Durata lavori [gg]	
	Date Ultimi Interventi	
	Date Prossimi Interventi	
Elenco per punti dei controlli da effettuare sull'elemento costruttivo	Piano / Attività di Manutenzione	
	Note	
Livelli di sviluppo del Sistema di Classificazione degli elementi costruttivi progettato nella tesi	Raggruppatore_01	A. SEMINTERRATO
	Raggruppatore_02	A10. FONDAZIONI
	Raggruppatore_03	A1040. TRAVI ROVESCE
	Raggruppatore_04	
Proprietà rilevanti dell'elemento costruttivo	Aspetto	
	Colore	
	Materiali	Conglomerato cementizio armato
	Tipologia IFC Object Type	IfcFooting
	Tipo	Fondazione superficiale
	Modello	
	Nome	Trave rovescia c.a.
	Produttore	
Lavorazioni Quantità Stima costi	Numero Ordine Progressivo CME	
	Codice Lavorazione (E.P. o Analisi Prezzi Unitari)	
	Lavorazione	
	Descrizione lavorazione	
	Unità di Misura CME	

	Quantità CME	
	Prezzo Unitario	
Collegamenti al materiale completo disponibile sull'elemento costruttivo	Hyperlink	
	QR Code	
	Stringa #TagBIM	#CodiceIDImpresaManutenzione = ""; #Raggruppatore_01 = "A. SEMINTERRATO"; #Raggruppatore_02 = "A10. FONDAZIONI"; #Raggruppatore_03 = "A1040. TRAVI ROVESCE"; #Raggruppatore_04 = ""; #Materiale = "Conglomerato cementizio armato"; #IFCObjectType = "IfcFooting"; #Tipo = "Fondazioni superficiali"; #Nome = "Trave rovescia c.a."; #Produttore = ""; #nOrdineProgressivoCME = ""; #Codice Lavorazione = ""

TRAVE ROVESCIA – MASCHERA ATTRIBUTI SPECIFICI (LOD G)

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
LOG	Dimensioni [lunghezza*larghezza*altezza] [cm] = $1 \cdot 10^{-2}$ [m]	
	Area Sezione [m ²]	
	Volume [m ³]	
	Area Armature longitudinali [mm ²]	
	Area Armature trasversali [mm ²]	
	Area Armature [mm ²]	
LOI	Densità ρ [kg/m ³]	
	Massa lineare [kg/ml]	
	Classe di Resistenza C [f _{ck} /R _{ck}] [N/mm ²]	
	Classe di Esposizione Ambientale	
	D _{max} inerti [mm]	
	Classe di Consistenza	
	% [Area Armature / Area Sezione]	
	Numerazione	
	Massa [kg] / elemento	
	Massa superficiale [kg/m ²]	
	Peso lineare Q _k [kN/m]	
	Peso superficiale [kN/m ²]	
	Peso specifico [kN/m ³]	

**SISTEMI DI DRENAGGIO – MASCHERA ATTRIBUTI INFORMATIVI
GENERALI (LOD G)**

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
Obiettivi e usi	Codice Commessa	
	Disciplina	Modello strutturale
	Fase di progetto	Stadio di Esercizio - Fase di Gestione, Manutenzione
	Tipologia di intervento	Rilievo dello stato di fatto
Operatori coinvolti	Paternità / Responsabile	Studente Andrea Bonetti
	Codice ID Impresa Manutentrice	
	Nome Impresa Manutentrice	
	Soggetto manutentore - Responsabile impresa	
Collocazione temporale (periodo realizzazione, intervalli di operatività, interventi programmati)	Data Inizio Lavori	
	Data Fine Lavori	
	Durata lavori [gg]	
	Date Ultimi Interventi	
	Date Prossimi Interventi	
Elenco per punti dei controlli da effettuare sull'elemento costruttivo	Piano / Attività di Manutenzione	
	Note	
Livelli di sviluppo del Sistema di Classificazione degli elementi costruttivi progettato nella tesi	Raggruppatore_01	A. SEMINTERRATO
	Raggruppatore_02	A20. COSTRUZIONE DEL BASAMENTO
	Raggruppatore_03	A2070. DRENAGGIO, SISTEMI DRENANTI
	Raggruppatore_04	
Proprietà rilevanti dell'elemento costruttivo	Aspetto	
	Colore	
	Materiali	Pezzami di mattoni e ciottoli
	Tipologia IFC Object Type	IfcFooting
	Tipo	Sistemi di drenaggio
	Modello	
	Nome	Sistemi di drenaggio
Produttore		
Lavorazioni Quantità Stima costi	Numero Ordine Progressivo CME	
	Codice Lavorazione (E.P. o Analisi Prezzi Unitari)	
	Lavorazione	
	Descrizione lavorazione	

	Unità di Misura CME	
	Quantità CME	
	Prezzo Unitario	
Collegamenti al materiale completo disponibile sull'elemento costruttivo	Hyperlink	
	QR Code	
	Stringa #TagBIM	#CodiceIDImpresaManutenzione = ""; #Raggruppatore_01 = "A. SEMINTERRATO"; #Raggruppatore_02 = "A20. COSTRUZIONE DEL BASAMENTO"; #Raggruppatore_03 = "A2070. DRENAGGIO, SISTEMI DRENANTI"; #Raggruppatore_04 = ""; #Materiale = "Pezzami di mattoni e ciottoli"; #IFCObjectType = "IfcFooting"; #Tipo = "Sistemi di drenaggio"; #Nome = "Sistemi di drenaggio"; #Produttore = ""; #nOrdineProgressivoCME = ""; #Codice Lavorazione = ""

SISTEMI DI DRENAGGIO – MASCHERA ATTRIBUTI SPECIFICI (LOD G)

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
LOG	Dimensioni [lungh*largh*alt] [cm] = $1 \cdot 10^{-2}$ [m]	
	Area Sezione [m ²]	
	Volume [m ³]	
	Area Armature longitudinali [mm ²]	
	Area Armature trasversali [mm ²]	
	Area Armature [mm ²]	
LOI	Densità ρ [kg/m ³]	
	Massa lineare [kg/ml]	
	Classe di Resistenza C [f_{ck}/R_{ck}] [N/mm ²]	
	Classe di Esposizione Ambientale	
	D _{max} inerti [mm]	
	Classe di Consistenza	
	% [Area Armature / Area Sezione]	
	Numerazione	
	Massa [kg] / elemento	
	Massa superficiale [kg/m ²]	
	Peso lineare Q _k [kN/m]	
	Peso superficiale [kN/m ²]	
	Peso specifico [kN/m ³]	
	Materiale di riempimento	

SCANNAFOSSO – MASCHERA ATTRIBUTI SPECIFICI (LOD G)

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
LOG	Dimensioni [lungh*largh*alt] [cm] = $1 \cdot 10^{-2}$ [m]	
	Area Sezione [m ²]	
	Volume [m ³]	
	Area Armature longitudinali [mm ²]	
	Area Armature trasversali [mm ²]	
	Area Armature [mm ²]	
	LOI	Densità ρ [kg/m ³]
Massa lineare [kg/ml]		
Classe di Resistenza C [f_{ck}/R_{ck}] [N/mm ²]		
Classe di Esposizione Ambientale		
D _{max} inerti [mm]		
Classe di Consistenza		
% [Area Armature / Area Sezione]		
Massa [kg] / elemento		
Massa superficiale [kg/m ²]		
Peso lineare Q _k [kN/m]		
Peso superficiale [kN/m ²]		
Peso specifico [kN/m ³]		

**STRATO DI LIVELLAMENTO – MASCHERA ATTRIBUTI INFORMATIVI
GENERALI (LOD G)**

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
Obiettivi e usi	Codice Commessa	
	Disciplina	Modello strutturale
	Fase di progetto	Stadio di Esercizio - Fase di Gestione, Manutenzione
	Tipologia di intervento	Rilievo dello stato di fatto
Operatori coinvolti	Paternità / Responsabile	Studente Andrea Bonetti
	Codice ID Impresa Manutentrice	
	Nome Impresa Manutentrice	
	Soggetto manutentore - Responsabile impresa	
Collocazione temporale (periodo realizzazione, intervalli di operatività, interventi programmati)	Data Inizio Lavori	
	Data Fine Lavori	
	Durata lavori [gg]	
	Date Ultimi Interventi	
Elenco per punti dei controlli da effettuare sull'elemento costruttivo	Date Prossimi Interventi	
	Piano / Attività di Manutenzione	
Livelli di sviluppo del Sistema di Classificazione degli elementi costruttivi progettato nella tesi	Note	
	Raggruppatore_01	A. SEMINTERRATO
	Raggruppatore_02	A20. COSTRUZIONE DEL BASAMENTO
	Raggruppatore_03	A2030. STRATI DI LIVELLAMENTO
Proprietà rilevanti dell'elemento costruttivo	Raggruppatore_04	
	Aspetto	
	Colore	
	Materiali	Sabbia
	Tipologia IFC Object Type	IfcFooting
	Tipo	Strato di livellamento in sabbia
	Modello	
Nome	Strato di livellamento	
Lavorazioni Quantità Stima costi	Produttore	
	Numero Ordine Progressivo CME	
	Codice Lavorazione (E.P. o Analisi Prezzi Unitari)	
	Lavorazione	
	Descrizione lavorazione	
	Unità di Misura CME	
	Quantità CME	
Prezzo Unitario		
	Hyperlink	

Collegamenti al materiale completo disponibile sull'elemento costruttivo	QR Code	
	Stringa #TagBIM	#CodiceIDImpresaManutenzione = ""; #Raggruppatore_01 = "A. SEMINTERRATO"; #Raggruppatore_02 = "A20. COSTRUZIONE DEL BASAMENTO"; #Raggruppatore_03 = "A2030. STRATI DI LIVELLAMENTO"; #Raggruppatore_04 = ""; #Materiale = "Sabbia"; #IFCObjectType = "IfcFooting"; #Tipo = "Strato di livellamento in sabbia"; #Nome = "Strato di livellamento"; #Produttore = ""; #NumeroOrdineProgressivoCME = ""; #Codice Lavorazione = ""

STRATI DI LIVELLAMENTO – MASCHERA ATTRIBUTI SPECIFICI (LOD G)

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
LOG	Altezza = [cm] = $1 \cdot 10^{-2}$ [m]	
	Lunghezza = [cm] = $1 \cdot 10^{-2}$ [m]	
	Larghezza = [cm] = $1 \cdot 10^{-2}$ [m]	
	Area Sezione [m ²]	
	Volume [m ³]	
LOI	Densità ρ [kg/m ³]	
	Massa lineare [kg/ml]	
	Classe di Resistenza C [f_{ck}/R_{ck}] [N/mm ²]	
	Classe di Esposizione Ambientale	
	D _{max} inerti [mm]	
	Classe di Consistenza	
	Massa [kg] / elemento	
	Massa superficiale [kg/m ²]	
	Peso lineare Q _k [kN/m]	
	Peso superficiale [kN/m ²]	
	Peso specifico [kN/m ³]	

SCALE – MASCHERA ATTRIBUTI SPECIFICI (LOD G)

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
LOG	Lunghezza = [cm] = $1 \cdot 10^{-2}$ [m]	
	Larghezza = [cm] = $1 \cdot 10^{-2}$ [m]	
	Superficie = [m ²]	
	Volume = [m ³]	
LOI	Massa lineare [kg/ml]	
	Classe di Resistenza C [f_{ck}/R_{ck}] [N/mm ²]	
	Classe di Esposizione Ambientale	
	D _{max} inerti [mm]	
	Classe di Consistenza	
	Massa [kg] / elemento	
	Massa superficiale [kg/m ²]	
	Peso lineare Q _k [kN/m]	
	Peso superficiale [kN/m ²]	
	Peso specifico [kN/m ³]	

ASCENSORI – MASCHERA ATTRIBUTI SPECIFICI (LOD G)

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
LOG	Altezza = [cm] = $1 \cdot 10^{-2}$ [m]	
	Lunghezza = [cm] = $1 \cdot 10^{-2}$ [m]	
	Larghezza = [cm] = $1 \cdot 10^{-2}$ [m]	
	Superficie = [m ²]	
	Volume = [m ³]	
LOI	Aspetto superficiale	
	Finiture	
	Bordo	
	Resistenza al fuoco	
	Apertura netta accesso [cm] = $1 \cdot 10^{-2}$ [m]	
	Numero massimo persone	
	Massima portata [kg]	

**PARETE / STRATO DELLA PARETE – MASCHERA ATTRIBUTI SPECIFICI
(LOD G)**

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
LOG	Altezza = [cm] = $1 \cdot 10^{-2}$ [m]	
	Larghezza = [cm] = $1 \cdot 10^{-2}$ [m]	
	Superficie = [m ²]	
	Volume = [m ³]	
LOI	Massa lineare [kg/ml]	
	Massa superficiale [kg/m ²]	
	Peso lineare Qk [kN/m]	
	Peso superficiale [kN/m ²]	
	Peso specifico [kN/m ³]	
	Sfasamento [ore]	
	Resistenza al fuoco	
	Isolamento acustico [dB]	
	Trasmittanza termica U [W/m ² *K]	
	Conducibilità termica λ [W/m*K]	
	Foratura [%]	

PILASTRO – MASCHERA ATTRIBUTI INFORMATIVI GENERALI (LOD G)

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
Obiettivi e usi	Codice Commessa	
	Disciplina	Modello strutturale
	Fase di progetto	Stadio di Esercizio - Fase di Gestione, Manutenzione
	Tipologia di intervento	Rilievo dello stato di fatto
Operatori coinvolti	Paternità / Responsabile	Studente Andrea Bonetti
	Codice ID Impresa Manutentrica	
	Nome Impresa Manutentrica	
	Soggetto manutentore - Responsabile impresa	
Collocazione temporale (periodo realizzazione, intervalli di operatività, interventi programmati)	Data Inizio Lavori	
	Data Fine Lavori	
	Durata lavori [gg]	
	Date Ultimi Interventi	
	Date Prossimi Interventi	
Elenco per punti dei controlli da effettuare sull'elemento costruttivo	Piano / Attività di Manutenzione	
	Note	
Livelli di sviluppo del Sistema di Classificazione degli elementi costruttivi progettato nella tesi	Raggruppatore_01	B. INVOLUCRO, ESTERNI
	Raggruppatore_02	B10. ELEVAZIONI
	Raggruppatore_03	B1010. PILASTRI
	Raggruppatore_04	
Proprietà rilevanti dell'elemento costruttivo	Aspetto	
	Colore	
	Materiali	Conglomerato cementizio armato
	Tipologia IFC Object Type	IfcColumn
	Tipo	Pilastro rettangolare
	Modello	
	Nome	Pilastro c.a.
	Produttore	
Lavorazioni Quantità Stima costi	Numero Ordine Progressivo CME	
	Codice Lavorazione (E.P. o Analisi Prezzi Unitari)	
	Lavorazione	
	Descrizione lavorazione	
	Unità di Misura CME	
	Quantità CME	
	Prezzo Unitario	
Collegamenti al materiale completo	Hyperlink	
	QR Code	

disponibile sull'elemento costruttivo	Stringa #TagBIM	#CodiceIDImpresaManutenzione = ""; #Raggruppatore_01 = "B. INVOLUCRO, ESTERNI"; #Raggruppatore_02 = "B10. ELEVAZIONI"; #Raggruppatore_03 = "B1010. PILASTRI"; #Raggruppatore_04 = ""; #Materiale = "Conglomerato cementizio armato"; #IFCObjectType = "IfcColumn"; #Tipo = "Pilastro rettangolare"; #Nome = "Pilastro c.a."; #Produttore = ""; #nOrdineProgressivoCME = ""; #Codice Lavorazione = ""
---	-----------------	--

PILASTRO – MASCHERA ATTRIBUTI SPECIFICI (LOD G)

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
LOG	Altezza = [cm]	
	Larghezza = [cm]	
	Lunghezza = [cm]	
	Area sezione = [m ²]	
	Volume = [m ³]	
	Area Armature longitudinali [mm ²]	
	Area Armature trasversali [mm ²]	
	Area Armature [mm ²]	
LOI	Massa lineare [kg/ml]	
	Massa superficiale [kg/m ²]	
	Peso lineare Qk [kN/m]	
	Peso superficiale [kN/m ²]	
	Densità ρ [kg/m ³]	
	Peso specifico [kN/m ³]	
	Numerazione Pilastrata	
	Resistenza al fuoco	
	Isolamento acustico [dB]	
	Trasmittanza termica U [W/m ² *K]	
	Conducibilità termica λ [W/m*K]	
	Sfasamento [ore]	
	% [Area Armature / Area Sezione]	
	Classe di Resistenza C [f _{ck} /R _{ck}] [N/mm ²]	
	Classe di Esposizione Ambientale	
	D _{max} inerti [mm]	
	Classe di Consistenza	

**TRAVE DI BORDO SECONDARIA – MASCHERA ATTRIBUTI INFORMATIVI
GENERALI (LOD G)**

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
Obiettivi e usi	Codice Commessa	
	Disciplina	Modello strutturale
	Fase di progetto	Stadio di Esercizio - Fase di Gestione, Manutenzione
	Tipologia di intervento	Rilievo dello stato di fatto
Operatori coinvolti	Paternità / Responsabile	Studente Andrea Bonetti
	Codice ID Impresa Manutentrice	
	Nome Impresa Manutentrice	
	Soggetto manutentore - Responsabile impresa	
Collocazione temporale (periodo realizzazione, intervalli di operatività, interventi programmati)	Data Inizio Lavori	
	Data Fine Lavori	
	Durata lavori [gg]	
	Date Ultimi Interventi	
Elenco per punti dei controlli da effettuare sull'elemento costruttivo	Piano / Attività di Manutenzione	
	Note	
Livelli di sviluppo del Sistema di Classificazione degli elementi costruttivi progettato nella tesi	Raggruppatore_01	B. INVOLUCRO, ESTERNI
	Raggruppatore_02	B50. IMPALCATI, SOLAI ESTERNI
	Raggruppatore_03	B5150. TRAVI
	Raggruppatore_04	B515040. Travi perimetrali (o di bordo) secondarie
Proprietà rilevanti dell'elemento costruttivo	Aspetto	
	Colore	
	Materiali	Conglomerato cementizio armato
	Tipologia IFC Object Type	lfcBeam
	Tipo	Trave di bordo secondaria c.a.
	Modello	
	Nome	Trave c.a.
Lavorazioni Quantità Stima costi	Numero Ordine Progressivo CME	
	Codice Lavorazione (E.P. o Analisi Prezzi Unitari)	
	Lavorazione	
	Descrizione lavorazione	
	Unità di Misura CME	

	Quantità CME	
	Prezzo Unitario	
Collegamenti al materiale completo disponibile sull'elemento costruttivo	Hyperlink	
	QR Code	
	Stringa #TagBIM	#CodiceIDImpresaManutenzione = ""; #Raggruppatore_01 = "B. INVOLUCRO, ESTERNI"; #Raggruppatore_02 = "B50. IMPALCATI, SOLAI ESTERNI"; #Raggruppatore_03 = "B5150. TRAVI"; #Raggruppatore_04 = "B515040. Travi perimetrali (o di bordo) secondarie"; #Materiale = "Conglomerato cementizio armato"; #IFCObjectType = "IfcBeam"; #Tipo = "Trave di bordo secondaria c.a."; #Nome = "Trave c.a."; #Produttore = ""; #nOrdineProgressivoCME = ""; #Codice Lavorazione = ""

**TRAVE PRIMARIA – MASCHERA ATTRIBUTI INFORMATIVI GENERALI
(LOD G)**

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
Obiettivi e usi	Codice Commessa	
	Disciplina	Modello strutturale
	Fase di progetto	Stadio di Esercizio - Fase di Gestione, Manutenzione
	Tipologia di intervento	Rilievo dello stato di fatto
Operatori coinvolti	Paternità / Responsabile	Studente Andrea Bonetti
	Codice ID Impresa Manutentrice	
	Nome Impresa Manutentrice	
	Soggetto manutentore - Responsabile impresa	
Collocazione temporale (periodo realizzazione, intervalli di operatività, interventi programmati)	Data Inizio Lavori	
	Data Fine Lavori	
	Durata lavori [gg]	
	Date Ultimi Interventi	
	Date Prossimi Interventi	
Elenco per punti dei controlli da effettuare sull'elemento costruttivo	Piano / Attività di Manutenzione	
	Note	
Livelli di sviluppo del Sistema di	Raggruppatore_01	C. INTERNI
	Raggruppatore_02	C50. IMPALCATI, SOLAI INTERNI

Classificazione degli elementi costruttivi progettato nella tesi	Raggruppatore_03	C5150. TRAVI
	Raggruppatore_04	C515010. Travi principali o primarie
Proprietà rilevanti dell'elemento costruttivo	Aspetto	
	Colore	
	Materiali	Conglomerato cementizio armato
	Tipologia IFC Object Type	IfcBeam
	Tipo	Trave primaria c.a.
	Modello	
	Nome	Trave c.a.
Produttore		
Lavorazioni Quantità Stima costi	Numero Ordine Progressivo CME	
	Codice Lavorazione (E.P. o Analisi Prezzi Unitari)	
	Lavorazione	
	Descrizione lavorazione	
	Unità di Misura CME	
	Quantità CME	
	Prezzo Unitario	
Collegamenti al materiale completo disponibile sull'elemento costruttivo	Hyperlink	
	QR Code	
	Stringa #TagBIM	#CodiceIDImpresaManutenzione = ""; #Raggruppatore_01 = "C. INTERNI"; #Raggruppatore_02 = "C50. IMPALCATI, SOLAI INTERNI"; #Raggruppatore_03 = "C5150. TRAVI"; #Raggruppatore_04 = "C515010. Travi principali o primarie"; #Materiale = "Conglomerato cementizio armato"; #IFCObjectType = "IfcBeam"; #Tipo = "Trave primaria c.a."; #Nome = "Trave c.a."; #Produttore = ""; #nOrdineProgressivoCME = ""; #Codice Lavorazione = ""

TRAVI – MASCHERA ATTRIBUTI SPECIFICI (LOD G)

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
LOG	Altezza = [cm]	
	Larghezza = [cm]	
	Lunghezza = [cm]	
	Area sezione = [m ²]	
	Volume = [m ³]	
	Area Armature longitudinali [mm ²]	
	Area Armature trasversali [mm ²]	
Area Armature [mm ²]		

LOI	Massa lineare [kg/ml]	
	Massa superficiale [kg/m ²]	
	Peso lineare Qk [kN/m]	
	Peso superficiale [kN/m ²]	
	Densità ρ [kg/m ³]	
	Peso specifico [kN/m ³]	
	Numerazione Pilastrata	
	Resistenza al fuoco	
	Isolamento acustico [dB]	
	Trasmittanza termica U [W/m ² *K]	
	Conducibilità termica λ [W/m*K]	
	Sfasamento [ore]	
	% [Area Armature / Area Sezione]	
	Classe di Resistenza C [f _{ck} /R _{ck}] [N/mm ²]	
	Classe di Esposizione Ambientale	
	D _{max} inerti [mm]	
	Classe di Consistenza	



**PIASTRE METALLICHE – MASCHERA ATTRIBUTI INFORMATIVI
GENERALI (LOD G)**

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
Obiettivi e usi	Codice Commessa	
	Disciplina	Modello strutturale
	Fase di progetto	Stadio di Esercizio - Fase di Gestione, Manutenzione
	Tipologia di intervento	Rilievo dello stato di fatto
Operatori coinvolti	Paternità / Responsabile	Studente Andrea Bonetti
	Codice ID Impresa Manutrice	
	Nome Impresa Manutrice	
	Soggetto manutentore - Responsabile impresa	
Collocazione temporale (periodo realizzazione , intervalli di operatività, interventi programmati)	Data Inizio Lavori	
	Data Fine Lavori	
	Durata lavori [gg]	
	Date Ultimi Interventi	
	Date Prossimi Interventi	
Elenco per punti dei controlli da effettuare	Piano / Attività di Manutenzione	
	Note	Cedimento del nodo trave-pilastro, struttura metallica a ripristino della continuità del nodo trave pilastro

sull'elemento costruttivo		
Livelli di sviluppo del Sistema di Classificazione degli elementi costruttivi progettato nella tesi	Raggruppatore_01	B. INVOLUCRO, ESTERNI
	Raggruppatore_02	B50. IMPALCATI, SOLAI ESTERNI
	Raggruppatore_03	B5190. ELEMENTI DI SOSTEGNO, ELEMENTI DI RINFORZO, ELEMENTI COMPOSTI
	Raggruppatore_04	B519040. Scarpe porta travi
Proprietà rilevanti dell'elemento costruttivo	Aspetto	
	Colore	
	Materiali	Metallo verniciato
	Tipologia IFC Object Type	IfcBeam
	Tipo	Ripristino nodo trave-pilastro
	Modello	
	Nome	Struttura metallica del nodo
Lavorazioni Quantità Stima costi	Numero Ordine Progressivo CME	
	Codice Lavorazione (E.P. o Analisi Prezzi Unitari)	
	Lavorazione	
	Descrizione lavorazione	
	Unità di Misura CME	
	Quantità CME	
	Prezzo Unitario	
	Collegamenti al materiale completo disponibile sull'elemento costruttivo	Hyperlink
QR Code		
Stringa #TagBIM		#CodiceIDImpresaManutenzione = ""; #Raggruppatore_01 = "B. INVOLUCRO, ESTERNI"; #Raggruppatore_02 = "B50. IMPALCATI, SOLAI ESTERNI"; #Raggruppatore_03 = "B5190. ELEMENTI DI SOSTEGNO, ELEMENTI DI RINFORZO, ELEMENTI COMPOSTI"; #Raggruppatore_04 = "B519040. Scarpe porta travi"; #Materiale = "Metallo verniciato"; #IFCObjectType = "IfcBeam"; #Tipo = "Ripristino nodo trave-pilastro"; #Nome = "Struttura metallica di nodo"; #Produttore = ""; #nOrdineProgressivoCME = ""; #Codice Lavorazione = ""



**Pignatte SOLAIO PERFETTO SM 15 – MASCHERA ATTRIBUTI
INFORMATIVI GENERALI (LOD G)**

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
Obiettivi e usi	Codice Commessa	
	Disciplina	Modello strutturale
	Fase di progetto	Stadio di Esercizio - Fase di Gestione, Manutenzione
	Tipologia di intervento	Rilievo dello stato di fatto
Operatori coinvolti	Paternità / Responsabile	Studente Andrea Bonetti
	Codice ID Impresa Manutentrice	
	Nome Impresa Manutentrice	
	Soggetto manutentore - Responsabile impresa	
Collocazione temporale (periodo realizzazione, intervalli di operatività, interventi programmati)	Data Inizio Lavori	
	Data Fine Lavori	
	Durata lavori [gg]	
	Date Ultimi Interventi	
	Date Prossimi Interventi	
Elenco per punti dei controlli da effettuare sull'elemento costruttivo	Piano / Attività di Manutenzione	
	Note	
Livelli di sviluppo del Sistema di Classificazione degli elementi costruttivi progettato nella tesi	Raggruppatore_01	C. INTERNI
	Raggruppatore_02	C50. IMPALCATI, SOLAI INTERNI
	Raggruppatore_03	C5040. ELEMENTI DI ALLEGGERIMENTO, CASSEFORME, CASSERI A PERDERE
	Raggruppatore_04	C504020. Pignatte
Proprietà rilevanti dell'elemento costruttivo	Aspetto	
	Colore	
	Materiali	Laterizio

	Tipologia IFC Object Type	IfcSlab
	Tipo	Solaio a travetti in conglomerato cementizio armato
	Modello	Solaio Perfetto SM 15
	Nome	Blocchi forati
	Produttore	PAGANO, Milano
Lavorazioni Quantità Stima costi	Numero Ordine Progressivo CME	
	Codice Lavorazione (E.P. o Analisi Prezzi Unitari)	
	Lavorazione	
	Descrizione lavorazione	
	Unità di Misura CME	
	Quantità CME	
	Prezzo Unitario	
Collegamenti al materiale completo disponibile sull'elemento costruttivo	Hyperlink	
	QR Code	
	Stringa #TagBIM	#CodiceIDImpresaManutenzione = ""; #Raggruppatore_01 = "C. INTERNI"; #Raggruppatore_02 = "C50. IMPALCATI, SOLAI INTERNI"; #Raggruppatore_03 = "C5040. ELEMENTI DI ALLEGGERIMENTO, CASSEFORME, CASSERI A PERDERE"; #Raggruppatore_04 = "C504020. Pignatte"; #Materiale = "Laterizio"; #IFCObjectType = "IfcSlab"; #Tipo = "Solaio a travetti in conglomerato cementizio armato"; #Nome = "Blocchi forati"; #Modello = "Solaio Perfetto SM 15"; #Produttore = "PAGANO, Milano"; #nOrdineProgressivoCME = ""; #Codice Lavorazione = ""

**Pignatte SOLAIO PERFETTO SM 15 – MASCHERA ATTRIBUTI SPECIFICI
(LOD G)**

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
LOG	Altezza blocchi = [cm]	15
	Larghezza blocchi = [cm]	40
	Lunghezza singolo blocco = [cm]	25
	Area sezione = [m ²]	
	Volume = [m ³]	
	Interasse blocchi = [cm]	40
	Altezza solaio grezzo = [cm]	15
	Massa blocchi [kg]	

LOI	Massa superficiale [kg/m ²]	
	Massa totale solaio grezzo in opera [kg/m ²]	
	Resistenza al fuoco	
	Isolamento acustico [dB]	
	Trasmittanza termica U [W/m ² *K]	
	Conducibilità termica λ [W/m*K]	

**Travetti c.a. PERFETTO SM 15 – MASCHERA ATTRIBUTI INFORMATIVI
GENERALI (LOD G)**

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
Obiettivi e usi	Codice Commessa	
	Disciplina	Modello strutturale
	Fase di progetto	Stadio di Esercizio - Fase di Gestione, Manutenzione
	Tipologia di intervento	Rilievo dello stato di fatto
Operatori coinvolti	Paternità / Responsabile	Studente Andrea Bonetti
	Codice ID Impresa Manutentrice	
	Nome Impresa Manutentrice	
	Soggetto manutentore - Responsabile impresa	
Collocazione temporale (periodo realizzazione, intervalli di operatività, interventi programmati)	Data Inizio Lavori	
	Data Fine Lavori	
	Durata lavori [gg]	
	Date Ultimi Interventi	
	Date Prossimi Interventi	
Elenco per punti dei controlli da effettuare sull'elemento costruttivo	Piano / Attività di Manutenzione	
	Note	
Livelli di sviluppo del Sistema di Classificazione degli elementi costruttivi progettato nella tesi	Raggruppatore_01	C. INTERNI
	Raggruppatore_02	C50. IMPALCATI, SOLAI INTERNI
	Raggruppatore_03	C5150. TRAVI
	Raggruppatore_04	C515070. Travetti, listelli, arcarecci, terzere
Proprietà rilevanti dell'elemento costruttivo	Aspetto	
	Colore	
	Materiali	Conglomerato cementizio armato
	Tipologia IFC Object Type	lfcSlab
	Tipo	Solaio a travetti in conglomerato cementizio armato

	Modello	Solaio Perfetto SM 15
	Nome	Travetti c.a.
	Produttore	PAGANO, Milano
Lavorazioni Quantità Stima costi	Numero Ordine Progressivo CME	
	Codice Lavorazione (E.P. o Analisi Prezzi Unitari)	
	Lavorazione	
	Descrizione lavorazione	
	Unità di Misura CME	
	Quantità CME	
	Prezzo Unitario	
Collegamenti al materiale completo disponibile sull'elemento costruttivo	Hyperlink	
	QR Code	
	Stringa #TagBIM	#CodiceIDImpresaManutenzione = ""; #Raggruppatore_01 = "C. INTERNI"; #Raggruppatore_02 = "C50. IMPALCATI, SOLAI INTERNI"; #Raggruppatore_03 = "C5150. TRAVI"; #Raggruppatore_04 = "C515070. Travetti, listelli, arcarecci, terzere"; #Materiale = "Conglomerato cementizio armato"; #IFCObjectType = "IfcSlab"; #Tipo = "Solaio a travetti in conglomerato cementizio armato"; #Nome = "Travetti c.a."; #Modello = "Solaio Perfetto SM 15"; #Produttore = "PAGANO, Milano"; #nOrdineProgressivoCME = ""; #Codice Lavorazione = ""

Travetti c.a. PERFETTO SM 15 – MASCHERA ATTRIBUTI SPECIFICI (LOD G)

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
LOG	Altezza = [cm]	15
	Larghezza / Spessore medio travetti = [cm]	6
	Area sezione = [m ²]	
	Volume = [m ³]	
	Interasse travetti = [cm]	40
	Altezza solaio grezzo = [cm]	15
	Area Totale Armature [mm ²]	
	Area Armature intradosso [mm ²]	
	Area Armature estradosso [mm ²]	
	% [Area Armature / Area Sezione]	
	Massa travetti [kg/ml]	

LOI	Massa superficiale [kg/m ²]	
	Massa totale solaio grezzo in opera [kg/m ²]	
	Resistenza al fuoco	
	Isolamento acustico [dB]	
	Trasmittanza termica U [W/m ² *K]	
	Conducibilità termica λ [W/m*K]	

**Nervature c.a. PERFETTO SM 15 – MASCHERA ATTRIBUTI INFORMATIVI
GENERALI (LOD G)**

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
Obiettivi e usi	Codice Commessa	
	Disciplina	Modello strutturale
	Fase di progetto	Stadio di Esercizio - Fase di Gestione, Manutenzione
	Tipologia di intervento	Rilievo dello stato di fatto
Operatori coinvolti	Paternità / Responsabile	Studente Andrea Bonetti
	Codice ID Impresa Manutentrice	
	Nome Impresa Manutentrice	
	Soggetto manutentore - Responsabile impresa	
Collocazione temporale (periodo realizzazione, intervalli di operatività, interventi programmati)	Data Inizio Lavori	
	Data Fine Lavori	
	Durata lavori [gg]	
	Date Ultimi Interventi	
	Date Prossimi Interventi	
Elenco per punti dei controlli da effettuare sull'elemento costruttivo	Piano / Attività di Manutenzione	
	Note	
Livelli di sviluppo del Sistema di Classificazione degli elementi costruttivi progettato nella tesi	Raggruppatore_01	C. INTERNI
	Raggruppatore_02	C50. IMPALCATI, SOLAI INTERNI
	Raggruppatore_03	C5020. NERVATURE
	Raggruppatore_04	
Proprietà rilevanti dell'elemento costruttivo	Aspetto	
	Colore	
	Materiali	Conglomerato cementizio armato
	Tipologia IFC Object Type	IfcSlab
	Tipo	Solaio a travetti in conglomerato cementizio armato
	Modello	Solaio Perfetto SM 15

	Nome	Nervature c.a.
	Produttore	PAGANO, Milano
Lavorazioni Quantità Stima costi	Numero Ordine Progressivo CME	
	Codice Lavorazione (E.P. o Analisi Prezzi Unitari)	
	Lavorazione	
	Descrizione lavorazione	
	Unità di Misura CME	
	Quantità CME	
	Prezzo Unitario	
Collegamenti al materiale completo disponibile sull'elemento costruttivo	Hyperlink	
	QR Code	
	Stringa #TagBIM	#CodiceIDImpresaManutenzione = ""; #Raggruppatore_01 = "C. INTERNI"; #Raggruppatore_02 = "C50. IMPALCATI, SOLAI INTERNI"; #Raggruppatore_03 = "C5020. NERVATURE"; #Raggruppatore_04 = ""; #Materiale = "Conglomerato cementizio armato"; #IFCObjectType = "IfcSlab"; #Tipo = "Solaio a travetti in conglomerato cementizio armato"; #Nome = "Nervature c.a."; #Modello = "Solaio Perfetto SM 15"; #Produttore = "PAGANO, Milano"; #nOrdineProgressivoCME = ""; #Codice Lavorazione = ""

**Nervature c.a. PERFETTO SM 15 – MASCHERA ATTRIBUTI SPECIFICI
(LOD G)**

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
LOG	Altezza = [cm]	
	Larghezza / Spessore medio nervature = [cm]	
	Area sezione = [m ²]	
	Volume = [m ³]	
	Interasse nervature = [cm]	
	Altezza solaio grezzo = [cm]	15
	Area Totale Armature [mm ²]	
	Area Armature intradosso [mm ²]	
	Area Armature estradosso [mm ²]	
	% [Area Armature / Area Sezione]	
LOI	Massa nervature [kg/ml]	
	Massa totale solaio grezzo in opera [kg/m ²]	
	Densità ρ [kg/m ³]	

	Resistenza al fuoco	
	Isolamento acustico [dB]	
	Trasmittanza termica U [W/m ² *K]	
	Conducibilità termica λ [W/m*K]	



**Pignatte SOLAIO PERFETTO SM 18 – MASCHERA ATTRIBUTI
INFORMATIVI GENERALI (LOD G)**

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
Obiettivi e usi	Codice Commessa	
	Disciplina	Modello strutturale
	Fase di progetto	Stadio di Esercizio - Fase di Gestione, Manutenzione
	Tipologia di intervento	Rilievo dello stato di fatto
Operatori coinvolti	Paternità / Responsabile	Studente Andrea Bonetti
	Codice ID Impresa Manutentrice	
	Nome Impresa Manutentrice	
	Soggetto manutentore - Responsabile impresa	
Collocazione temporale (periodo realizzazione, intervalli di operatività, interventi programmati)	Data Inizio Lavori	
	Data Fine Lavori	
	Durata lavori [gg]	
	Date Ultimi Interventi	
	Date Prossimi Interventi	
Elenco per punti dei controlli da effettuare sull'elemento costruttivo	Piano / Attività di Manutenzione	
	Note	
Livelli di sviluppo del Sistema di Classificazione degli elementi costruttivi progettato nella tesi	Raggruppatore_01	C. INTERNI
	Raggruppatore_02	C50. IMPALCATI, SOLAI INTERNI
	Raggruppatore_03	C5040. ELEMENTI DI ALLEGGERIMENTO, CASSEFORME, CASSERI A PERDERE
	Raggruppatore_04	C504020. Pignatte
Proprietà rilevanti dell'elemento costruttivo	Aspetto	
	Colore	
	Materiali	Laterizio

	Tipologia IFC Object Type	IfcSlab
	Tipo	Solaio a travetti in conglomerato cementizio armato
	Modello	Solaio Perfetto SM 18
	Nome	Blocchi forati
	Produttore	PAGANO, Milano
Lavorazioni Quantità Stima costi	Numero Ordine Progressivo CME	
	Codice Lavorazione (E.P. o Analisi Prezzi Unitari)	
	Lavorazione	
	Descrizione lavorazione	
	Unità di Misura CME	
	Quantità CME	
	Prezzo Unitario	
Collegamenti al materiale completo disponibile sull'elemento costruttivo	Hyperlink	
	QR Code	
	Stringa #TagBIM	#CodiceIDImpresaManutenzione = ""; #Raggruppatore_01 = "C. INTERNI"; #Raggruppatore_02 = "C50. IMPALCATI, SOLAI INTERNI"; #Raggruppatore_03 = "C5040. ELEMENTI DI ALLEGGERIMENTO, CASSEFORME, CASSERI A PERDERE"; #Raggruppatore_04 = "C504020. Pignatte"; #Materiale = "Laterizio"; #IFCObjectType = "IfcSlab"; #Tipo = "Solaio a travetti in conglomerato cementizio armato"; #Nome = "Blocchi forati"; #Modello = "Solaio Perfetto SM 18"; #Produttore = "PAGANO, Milano"; #nOrdineProgressivoCME = ""; #Codice Lavorazione = ""

**Pignatte SOLAIO PERFETTO SM 18 – MASCHERA ATTRIBUTI SPECIFICI
(LOD G)**

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
LOG	Altezza blocchi = [cm]	18
	Larghezza blocchi = [cm]	40
	Lunghezza singolo blocco = [cm]	25
	Area sezione = [m ²]	
	Volume = [m ³]	
	Interasse blocchi = [cm]	40
	Altezza solaio grezzo = [cm]	18
	Massa blocchi [kg]	

LOI	Massa superficiale [kg/m ²]	
	Massa totale solaio grezzo in opera [kg/m ²]	
	Resistenza al fuoco	
	Isolamento acustico [dB]	
	Trasmittanza termica U [W/m ² *K]	
	Conducibilità termica λ [W/m*K]	

**Travetti c.a. PERFETTO SM 18 – MASCHERA ATTRIBUTI INFORMATIVI
GENERALI (LOD G)**

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
Obiettivi e usi	Codice Commessa	
	Disciplina	Modello strutturale
	Fase di progetto	Stadio di Esercizio - Fase di Gestione, Manutenzione
	Tipologia di intervento	Rilievo dello stato di fatto
Operatori coinvolti	Paternità / Responsabile	Studente Andrea Bonetti
	Codice ID Impresa Manutentrice	
	Nome Impresa Manutentrice	
	Soggetto manutentore - Responsabile impresa	
Collocazione temporale (periodo realizzazione, intervalli di operatività, interventi programmati)	Data Inizio Lavori	
	Data Fine Lavori	
	Durata lavori [gg]	
	Date Ultimi Interventi	
	Date Prossimi Interventi	
Elenco per punti dei controlli da effettuare sull'elemento costruttivo	Piano / Attività di Manutenzione	
	Note	
Livelli di sviluppo del Sistema di Classificazione degli elementi costruttivi progettato nella tesi	Raggruppatore_01	C. INTERNI
	Raggruppatore_02	C50. IMPALCATI, SOLAI INTERNI
	Raggruppatore_03	C5150. TRAVI
	Raggruppatore_04	C515070. Travetti, listelli, arcarecci, terzere
Proprietà rilevanti dell'elemento costruttivo	Aspetto	
	Colore	
	Materiali	Conglomerato cementizio armato
	Tipologia IFC Object Type	lfcSlab
	Tipo	Solaio a travetti in conglomerato cementizio armato

	Modello	Solaio Perfetto SM 18
	Nome	Travetti c.a.
	Produttore	PAGANO, Milano
Lavorazioni Quantità Stima costi	Numero Ordine Progressivo CME	
	Codice Lavorazione (E.P. o Analisi Prezzi Unitari)	
	Lavorazione	
	Descrizione lavorazione	
	Unità di Misura CME	
	Quantità CME	
	Prezzo Unitario	
Collegamenti al materiale completo disponibile sull'elemento costruttivo	Hyperlink	
	QR Code	
	Stringa #TagBIM	#CodiceIDImpresaManutenzione = ""; #Raggruppatore_01 = "C. INTERNI"; #Raggruppatore_02 = "C50. IMPALCATI, SOLAI INTERNI"; #Raggruppatore_03 = "C5150. TRAVI"; #Raggruppatore_04 = "C515070. Travetti, listelli, arcarecci, terzere"; #Materiale = "Conglomerato cementizio armato"; #IFCObjectType = "IfcSlab"; #Tipo = "Solaio a travetti in conglomerato cementizio armato"; #Nome = "Travetti c.a."; #Modello = "Solaio Perfetto SM 18"; #Produttore = "PAGANO, Milano"; #nOrdineProgressivoCME = ""; #Codice Lavorazione = ""

**Travetti c.a. PERFETTO SM 18 – MASCHERA ATTRIBUTI SPECIFICI
(LOD G)**

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
LOG	Altezza = [cm]	18
	Larghezza / Spessore medio travetti = [cm]	7
	Area sezione = [m ²]	
	Volume = [m ³]	
	Interasse travetti = [cm]	40
	Altezza solaio grezzo = [cm]	18
	Area Totale Armature [mm ²]	
	Area Armature intradosso [mm ²]	
	Area Armature estradosso [mm ²]	
	% [Area Armature / Area Sezione]	
	Massa travetti [kg/ml]	

LOI	Massa superficiale [kg/m ²]	
	Massa totale solaio grezzo in opera [kg/m ²]	
	Resistenza al fuoco	
	Isolamento acustico [dB]	
	Trasmittanza termica U [W/m ² *K]	
	Conducibilità termica λ [W/m*K]	

**Nervature c.a. PERFETTO SM 18 – MASCHERA ATTRIBUTI INFORMATIVI
GENERALI (LOD G)**

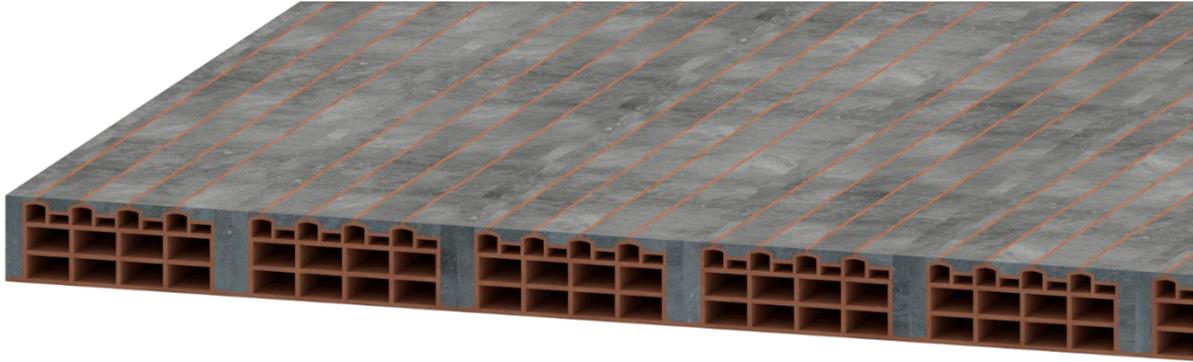
ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
Obiettivi e usi	Codice Commessa	
	Disciplina	Modello strutturale
	Fase di progetto	Stadio di Esercizio - Fase di Gestione, Manutenzione
	Tipologia di intervento	Rilievo dello stato di fatto
Operatori coinvolti	Paternità / Responsabile	Studente Andrea Bonetti
	Codice ID Impresa Manutentrice	
	Nome Impresa Manutentrice	
	Soggetto manutentore - Responsabile impresa	
Collocazione temporale (periodo realizzazione, intervalli di operatività, interventi programmati)	Data Inizio Lavori	
	Data Fine Lavori	
	Durata lavori [gg]	
	Date Ultimi Interventi	
	Date Prossimi Interventi	
Elenco per punti dei controlli da effettuare sull'elemento costruttivo	Piano / Attività di Manutenzione	
	Note	
Livelli di sviluppo del Sistema di Classificazione degli elementi costruttivi progettato nella tesi	Raggruppatore_01	C. INTERNI
	Raggruppatore_02	C50. IMPALCATI, SOLAI INTERNI
	Raggruppatore_03	C5020. NERVATURE
	Raggruppatore_04	
Proprietà rilevanti dell'elemento costruttivo	Aspetto	
	Colore	
	Materiali	Conglomerato cementizio armato
	Tipologia IFC Object Type	IfcSlab
	Tipo	Solaio a travetti in conglomerato cementizio armato
	Modello	Solaio Perfetto SM 18

	Nome	Nervature c.a.
	Produttore	PAGANO, Milano
Lavorazioni Quantità Stima costi	Numero Ordine Progressivo CME	
	Codice Lavorazione (E.P. o Analisi Prezzi Unitari)	
	Lavorazione	
	Descrizione lavorazione	
	Unità di Misura CME	
	Quantità CME	
	Prezzo Unitario	
Collegamenti al materiale completo disponibile sull'elemento costruttivo	Hyperlink	
	QR Code	
	Stringa #TagBIM	#CodiceIDImpresaManutenzione = ""; #Raggruppatore_01 = "C. INTERNI"; #Raggruppatore_02 = "C50. IMPALCATI, SOLAI INTERNI"; #Raggruppatore_03 = "C5020. NERVATURE"; #Raggruppatore_04 = ""; #Materiale = "Conglomerato cementizio armato"; #IFCObjectType = "IfcSlab"; #Tipo = "Solaio a travetti in conglomerato cementizio armato"; #Nome = "Nervature c.a."; #Modello = "Solaio Perfetto SM 18"; #Produttore = "PAGANO, Milano"; #nOrdineProgressivoCME = ""; #Codice Lavorazione = ""

**Nervature c.a. PERFETTO SM 18 – MASCHERA ATTRIBUTI SPECIFICI
(LOD G)**

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
LOG	Altezza = [cm]	
	Larghezza / Spessore medio nervature = [cm]	
	Area sezione = [m ²]	
	Volume = [m ³]	
	Interasse nervature = [cm]	
	Altezza solaio grezzo = [cm]	18
	Area Totale Armature [mm ²]	
	Area Armature intradosso [mm ²]	
	Area Armature estradosso [mm ²]	
	% [Area Armature / Area Sezione]	
LOI	Massa nervature [kg/ml]	
	Massa totale solaio grezzo in opera [kg/m ²]	
	Densità ρ [kg/m ³]	

	Resistenza al fuoco	
	Isolamento acustico [dB]	
	Trasmittanza termica U [W/m ² *K]	
	Conducibilità termica λ [W/m*K]	



**Travetti c.a. EXCELSIOR M 15 – MASCHERA ATTRIBUTI INFORMATIVI
GENERALI (LOD G)**

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
Obiettivi e usi	Codice Commessa	
	Disciplina	Modello strutturale
	Fase di progetto	Stadio di Esercizio - Fase di Gestione, Manutenzione
	Tipologia di intervento	Rilievo dello stato di fatto
Operatori coinvolti	Paternità / Responsabile	Studente Andrea Bonetti
	Codice ID Impresa Manutentrice	
	Nome Impresa Manutentrice	
	Soggetto manutentore - Responsabile impresa	
Collocazione temporale (periodo realizzazione, intervalli di operatività, interventi programmati)	Data Inizio Lavori	
	Data Fine Lavori	
	Durata lavori [gg]	
	Date Ultimi Interventi	
	Date Prossimi Interventi	
Elenco per punti dei controlli da effettuare sull'elemento costruttivo	Piano / Attività di Manutenzione	
	Note	
Livelli di sviluppo del Sistema di Classificazione degli elementi costruttivi progettato nella tesi	Raggruppatore_01	C. INTERNI
	Raggruppatore_02	C50. IMPALCATI, SOLAI INTERNI
	Raggruppatore_03	C5150. TRAVI
	Raggruppatore_04	C515070. Travetti, listelli, arcarecci, terzere
	Aspetto	
	Colore	

Proprietà rilevanti dell'elemento costruttivo	Materiali	Conglomerato cementizio armato
	Tipologia IFC Object Type	lfcSlab
	Tipo	Solaio a travetti in conglomerato cementizio armato
	Modello	Solaio EXCELSIOR M 15
	Nome	Travetti c.a.
	Produttore	RDB, Piacenza
Lavorazioni Quantità Stima costi	Numero Ordine Progressivo CME	
	Codice Lavorazione (E.P. o Analisi Prezzi Unitari)	
	Lavorazione	
	Descrizione lavorazione	
	Unità di Misura CME	
	Quantità CME	
	Prezzo Unitario	
Collegamenti al materiale completo disponibile sull'elemento costruttivo	Hyperlink	
	QR Code	
	Stringa #TagBIM	#CodicelDImpresaManutenzione = ""; #Raggruppatore_01 = "C. INTERNI"; #Raggruppatore_02 = "C50. IMPALCATI, SOLAI INTERNI"; #Raggruppatore_03 = "C5150. TRAVI"; #Raggruppatore_04 = "C515070. Travetti, listelli, arcarecci, terzere"; #Materiale = "Conglomerato cementizio armato"; #IFCObjectType = "lfcSlab"; #Tipo = "Solaio a travetti in conglomerato cementizio armato"; #Nome = "Travetti c.a."; #Modello = "Solaio EXCELSIOR M 15"; #Produttore = "RDB, Piacenza"; #nOrdineProgressivoCME = ""; #Codice Lavorazione = ""

**Travetti c.a. EXCELSIOR M 15 – MASCHERA ATTRIBUTI SPECIFICI
(LOD G)**

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
LOG	Altezza = [cm]	15
	Larghezza / Spessore medio travetti = [cm]	6
	Area sezione = [m ²]	
	Volume = [m ³]	
	Interasse travetti = [cm]	40
	Altezza solaio grezzo = [cm]	15
	Area Totale Armature [mm ²]	
	Area Armature intradosso [mm ²]	
	Area Armature estradosso [mm ²]	

	% [Area Armature / Area Sezione]	
LOI	Massa travetti [kg/ml]	
	Massa superficiale [kg/m ²]	
	Massa totale solaio grezzo in opera [kg/m ²]	132
	Resistenza al fuoco	
	Isolamento acustico [dB]	
	Trasmittanza termica U [W/m ² *K]	
	Conducibilità termica λ [W/m*K]	

**Blocchi forati SOLAIO EXCELSIOR M 15 – MASCHERA ATTRIBUTI
INFORMATIVI GENERALI (LOD G)**

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
Obiettivi e usi	Codice Commessa	
	Disciplina	Modello strutturale
	Fase di progetto	Stadio di Esercizio - Fase di Gestione, Manutenzione
	Tipologia di intervento	Rilievo dello stato di fatto
Operatori coinvolti	Paternità / Responsabile	Studente Andrea Bonetti
	Codice ID Impresa Manutentrice	
	Nome Impresa Manutentrice	
	Soggetto manutentore - Responsabile impresa	
Collocazione temporale (periodo realizzazione, intervalli di operatività, interventi programmati)	Data Inizio Lavori	
	Data Fine Lavori	
	Durata lavori [gg]	
	Date Ultimi Interventi	
	Date Prossimi Interventi	
Elenco per punti dei controlli da effettuare sull'elemento costruttivo	Piano / Attività di Manutenzione	
	Note	
Livelli di sviluppo del Sistema di Classificazione degli elementi costruttivi progettato nella tesi	Raggruppatore_01	C. INTERNI
	Raggruppatore_02	C50. IMPALCATI, SOLAI INTERNI
	Raggruppatore_03	C5040. ELEMENTI DI ALLEGGERIMENTO, CASSEFORME, CASSERI A PERDERE
	Raggruppatore_04	C504020. Pignatte
Proprietà rilevanti dell'elemento costruttivo	Aspetto	
	Colore	
	Materiali	Laterizio

	Tipologia IFC Object Type	IfcSlab
	Tipo	Solaio a travetti in conglomerato cementizio armato
	Modello	Solaio EXCELSIOR M 15
	Nome	Blocchi forati
	Produttore	RDB, Piacenza
Lavorazioni Quantità Stima costi	Numero Ordine Progressivo CME	
	Codice Lavorazione (E.P. o Analisi Prezzi Unitari)	
	Lavorazione	
	Descrizione lavorazione	
	Unità di Misura CME	
	Quantità CME	
	Prezzo Unitario	
Collegamenti al materiale completo disponibile sull'elemento costruttivo	Hyperlink	
	QR Code	
	Stringa #TagBIM	#CodiceIDImpresaManutenzione = ""; #Raggruppatore_01 = "C. INTERNI"; #Raggruppatore_02 = "C50. IMPALCATI, SOLAI INTERNI"; #Raggruppatore_03 = "C5040. ELEMENTI DI ALLEGGERIMENTO, CASSEFORME, CASSERI A PERDERE"; #Raggruppatore_04 = "C504020. Pignatte"; #Materiale = "Laterizio"; #IFCObjectType = "IfcSlab"; #Tipo = "Solaio a travetti in conglomerato cementizio armato"; #Nome = "Blocchi forati"; #Modello = "Solaio EXCELSIOR M 15"; #Produttore = "RDB, Piacenza"; #nOrdineProgressivoCME = ""; #Codice Lavorazione = ""

**Blocchi forati SOLAIO EXCELSIOR M 15 – MASCHERA ATTRIBUTI
SPECIFICI (LOD G)**

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
LOG	Altezza blocchi = [cm]	15
	Larghezza blocchi = [cm]	40
	Lunghezza singolo blocco = [cm]	25
	Area sezione = [m ²]	
	Volume = [m ³]	
	Interasse blocchi = [cm]	40
	Altezza solaio grezzo = [cm]	15
	Massa blocchi in 1 m ² [kg]	55

LOI	Massa superficiale [kg/m ²]	
	Massa totale solaio grezzo in opera [kg/m ²]	132
	Resistenza al fuoco	
	Isolamento acustico [dB]	
	Trasmittanza termica U [W/m ² *K]	
	Conducibilità termica λ [W/m*K]	

**Nervature c.a. SOLAIO SAP 16 – MASCHERA ATTRIBUTI INFORMATIVI
GENERALI (LOD G)**

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
Obiettivi e usi	Codice Commessa	
	Disciplina	Modello strutturale
	Fase di progetto	Stadio di Esercizio - Fase di Gestione, Manutenzione
	Tipologia di intervento	Rilievo dello stato di fatto
Operatori coinvolti	Paternità / Responsabile	Studente Andrea Bonetti
	Codice ID Impresa Manutentrice	
	Nome Impresa Manutentrice	
	Soggetto manutentore - Responsabile impresa	
Collocazione temporale (periodo realizzazione, intervalli di operatività, interventi programmati)	Data Inizio Lavori	
	Data Fine Lavori	
	Durata lavori [gg]	
	Date Ultimi Interventi	
	Date Prossimi Interventi	
Elenco per punti dei controlli da effettuare sull'elemento costruttivo	Piano / Attività di Manutenzione	
	Note	
Livelli di sviluppo del Sistema di Classificazione degli elementi costruttivi progettato nella tesi	Raggruppatore_01	C. INTERNI
	Raggruppatore_02	C50. IMPALCATI, SOLAI INTERNI
	Raggruppatore_03	C5020. NERVATURE
	Raggruppatore_04	
Proprietà rilevanti dell'elemento costruttivo	Aspetto	
	Colore	
	Materiali	Laterizio e conglomerato cementizio armato
	Tipologia IFC Object Type	lfcSlab
	Tipo	Solaio in laterizio armato
	Modello	Solaio SAP 16
	Nome	Nervature c.a.
	Produttore	RDB, Piacenza
Lavorazioni Quantità Stima costi	Numero Ordine Progressivo CME	
	Codice Lavorazione (E.P. o Analisi Prezzi Unitari)	
	Lavorazione	
	Descrizione lavorazione	

	Unità di Misura CME	
	Quantità CME	
	Prezzo Unitario	
Collegamenti al materiale completo disponibile sull'elemento costruttivo	Hyperlink	
	QR Code	
	Stringa #TagBIM	#CodiceIDImpresaManutenzione = ""; #Raggruppatore_01 = "C. INTERNI"; #Raggruppatore_02 = "C50. IMPALCATI, SOLAI INTERNI"; #Raggruppatore_03 = "C5020. NERVATURE"; #Raggruppatore_04 = ""; #Materiale = "Conglomerato cementizio armato"; #IFCObjectType = "IfcSlab"; #Tipo = "Solaio in laterizio armato"; #Nome = "Nervature c.a."; #Modello = "Solaio SAP 16"; #Produttore = "RDB, Piacenza"; #nOrdineProgressivoCME = ""; #Codice Lavorazione = ""

**Nervature c.a. SOLAIO SAP 16 – MASCHERA ATTRIBUTI SPECIFICI
(LOD G)**

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
LOG	Altezza = [cm]	15
	Larghezza / Spessore medio nervature = [cm]	2
	Area sezione = [m ²]	
	Volume = [m ³]	
	Interasse nervature = [cm]	20
	Altezza solaio grezzo = [cm]	16
	Area Totale Armature [mm ²]	
	Area Armature intradosso [mm ²]	
	Area Armature estradosso [mm ²]	
	% [Area Armature / Area Sezione]	
LOI	Massa nervature [kg/m ²]	
	Massa totale solaio grezzo in opera [kg/m ²]	130
	Densità ρ [kg/m ³]	
	Resistenza al fuoco	
	Isolamento acustico [dB]	
	Trasmittanza termica U [W/m ² *K]	
	Conducibilità termica λ [W/m*K]	

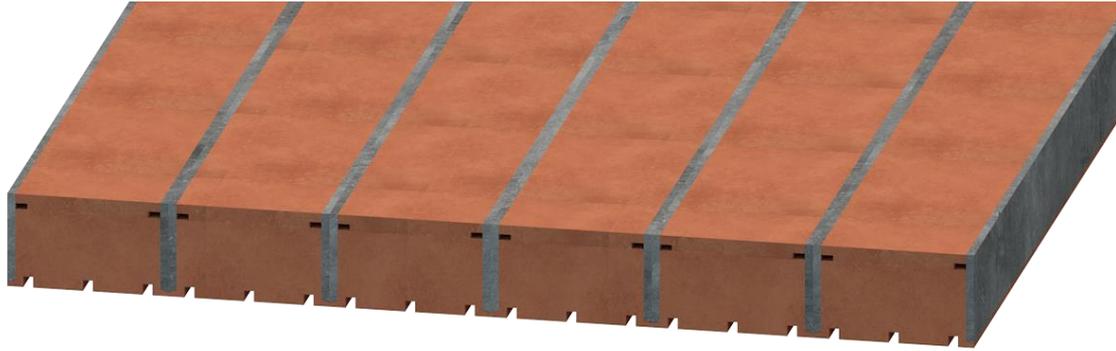
**Travi SOLAIO SAP 16 – MASCHERA ATTRIBUTI INFORMATIVI GENERALI
(LOD G)**

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
Obiettivi e usi	Codice Commessa	
	Disciplina	Modello strutturale
	Fase di progetto	Stadio di Esercizio - Fase di Gestione, Manutenzione
	Tipologia di intervento	Rilievo dello stato di fatto
Operatori coinvolti	Paternità / Responsabile	Studente Andrea Bonetti
	Codice ID Impresa Manutentrice	
	Nome Impresa Manutentrice	
	Soggetto manutentore - Responsabile impresa	
Collocazione temporale (periodo realizzazione, intervalli di operatività, interventi programmati)	Data Inizio Lavori	
	Data Fine Lavori	
	Durata lavori [gg]	
	Date Ultimi Interventi	
	Date Prossimi Interventi	
Elenco per punti dei controlli da effettuare sull'elemento costruttivo	Piano / Attività di Manutenzione	
	Note	
Livelli di sviluppo del Sistema di Classificazione degli elementi costruttivi progettato nella tesi	Raggruppatore_01	C. INTERNI
	Raggruppatore_02	C50. IMPALCATI, SOLAI INTERNI
	Raggruppatore_03	C5150. TRAVI
	Raggruppatore_04	C515020. Travi secondarie
Proprietà rilevanti dell'elemento costruttivo	Aspetto	
	Colore	
	Materiali	Laterizio e armatura
	Tipologia IFC Object Type	IfcSlab
	Tipo	Solaio in laterizio armato
	Modello	Solaio SAP 16
	Nome	Trave di blocchi forati
	Produttore	RDB, Piacenza
Lavorazioni Quantità Stima costi	Numero Ordine Progressivo CME	
	Codice Lavorazione (E.P. o Analisi Prezzi Unitari)	
	Lavorazione	
	Descrizione lavorazione	
	Unità di Misura CME	

	Quantità CME	
	Prezzo Unitario	
Collegamenti al materiale completo disponibile sull'elemento costruttivo	Hyperlink	
	QR Code	
	Stringa #TagBIM	#CodiceIDImpresaManutenzione = ""; #Raggruppatore_01 = "C. INTERNI"; #Raggruppatore_02 = "C50. IMPALCATI, SOLAI INTERNI"; #Raggruppatore_03 = "C5150. TRAVI"; #Raggruppatore_04 = "C515020. Travi secondarie"; #Materiale = "Laterizio e armatura"; #IFCObjectType = "IfcSlab"; #Tipo = "Solaio in laterizio armato"; #Nome = "Trave di blocchi forati"; #Modello = "Solaio SAP 16"; #Produttore = "RDB, Piacenza"; #nOrdineProgressivoCME = ""; #Codice Lavorazione = ""

Travi SOLAIO SAP 16 – MASCHERA ATTRIBUTI SPECIFICI (LOD G)

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
LOG	Altezza = [cm]	16
	Larghezza / Spessore medio = [cm]	20
	Lunghezza singolo blocco = [cm]	25
	Area sezione = [m ²]	
	Volume = [m ³]	
	Interasse travi = [cm]	20
	Altezza solaio grezzo = [cm]	16
	Area Totale Armature [mm ²]	
	Area Armature intradosso [mm ²]	
	Area Armature estradosso [mm ²]	
	% [Area Armature / Area Sezione]	
LOI	Massa blocchi laterizio [kg/m ²]	80
	Massa travi confezionate [kg/m ²]	105
	Massa totale solaio grezzo in opera [kg/m ²]	130
	Resistenza al fuoco	
	Isolamento acustico [dB]	
	Trasmittanza termica U [W/m ² *K]	
	Conducibilità termica λ [W/m*K]	



**Nervature c.a. SOLAIO SAP 12+3 – MASCHERA ATTRIBUTI INFORMATIVI
GENERALI (LOD G)**

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
Obiettivi e usi	Codice Commessa	
	Disciplina	Modello strutturale
	Fase di progetto	Stadio di Esercizio - Fase di Gestione, Manutenzione
	Tipologia di intervento	Rilievo dello stato di fatto
Operatori coinvolti	Paternità / Responsabile	Studente Andrea Bonetti
	Codice ID Impresa Manutentrice	
	Nome Impresa Manutentrice	
	Soggetto manutentore - Responsabile impresa	
Collocazione temporale (periodo realizzazione, intervalli di operatività, interventi programmati)	Data Inizio Lavori	
	Data Fine Lavori	
	Durata lavori [gg]	
	Date Ultimi Interventi	
	Date Prossimi Interventi	
Elenco per punti dei controlli da effettuare sull'elemento costruttivo	Piano / Attività di Manutenzione	
	Note	Soletta superiore spessore 3 cm
Livelli di sviluppo del Sistema di Classificazione degli elementi costruttivi progettato nella tesi	Raggruppatore_01	C. INTERNI
	Raggruppatore_02	C50. IMPALCATI, SOLAI INTERNI
	Raggruppatore_03	C5020. NERVATURE
	Raggruppatore_04	
	Aspetto	
	Colore	

Proprietà rilevanti dell'elemento costruttivo	Materiali	Laterizio e conglomerato cementizio armato
	Tipologia IFC Object Type	IfcSlab
	Tipo	Solaio in laterizio armato
	Modello	Solaio SAP 12+3
	Nome	Nervature c.a.
	Produttore	RDB, Piacenza
Lavorazioni Quantità Stima costi	Numero Ordine Progressivo CME	
	Codice Lavorazione (E.P. o Analisi Prezzi Unitari)	
	Lavorazione	
	Descrizione lavorazione	
	Unità di Misura CME	
	Quantità CME	
	Prezzo Unitario	
Collegamenti al materiale completo disponibile sull'elemento costruttivo	Hyperlink	
	QR Code	
	Stringa #TagBIM	#CodicelDImpresaManutenzione = ""; #Raggruppatore_01 = "C. INTERNI"; #Raggruppatore_02 = "C50. IMPALCATI, SOLAI INTERNI"; #Raggruppatore_03 = "C5020. NERVATURE"; #Raggruppatore_04 = ""; #Materiale = "Conglomerato cementizio armato"; #IFCObjectType = "IfcSlab"; #Tipo = "Solaio in laterizio armato"; #Nome = "Nervature c.a."; #Modello = "Solaio SAP 12+3"; #Produttore = "RDB, Piacenza"; #nOrdineProgressivoCME = ""; #Codice Lavorazione = ""

**Nervature c.a. SOLAIO SAP 12+3 – MASCHERA ATTRIBUTI SPECIFICI
(LOD G)**

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
LOG	Altezza = [cm]	11
	Larghezza / Spessore medio nervature = [cm]	2
	Area sezione = [m ²]	
	Volume = [m ³]	
	Interasse nervature = [cm]	20
	Altezza solaio grezzo = [cm]	15
	Area Totale Armature [mm ²]	
	Area Armature intradosso [mm ²]	
	Area Armature estradosso [mm ²]	

	% [Area Armature / Area Sezione]	
LOI	Massa nervature [kg/m ²]	
	Massa totale solaio grezzo in opera [kg/m ²]	
	Densità ρ [kg/m ³]	
	Resistenza al fuoco	
	Isolamento acustico [dB]	
	Trasmittanza termica U [W/m ² *K]	
	Conducibilità termica λ [W/m*K]	

Travi SOLAIO SAP 12+3 – MASCHERA ATTRIBUTI INFORMATIVI GENERALI (LOD G)

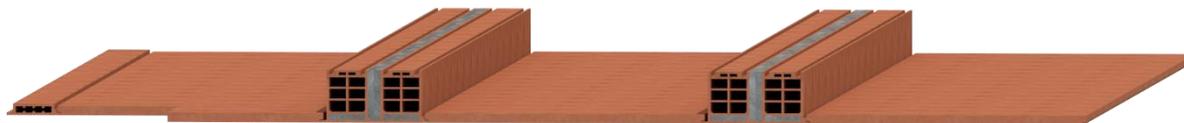
ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
Obiettivi e usi	Codice Commessa	
	Disciplina	Modello strutturale
	Fase di progetto	Stadio di Esercizio - Fase di Gestione, Manutenzione
	Tipologia di intervento	Rilievo dello stato di fatto
Operatori coinvolti	Paternità / Responsabile	Studente Andrea Bonetti
	Codice ID Impresa Manutentrice	
	Nome Impresa Manutentrice	
	Soggetto manutentore - Responsabile impresa	
Collocazione temporale (periodo realizzazione, intervalli di operatività, interventi programmati)	Data Inizio Lavori	
	Data Fine Lavori	
	Durata lavori [gg]	
	Date Ultimi Interventi	
	Date Prossimi Interventi	
Elenco per punti dei controlli da effettuare sull'elemento costruttivo	Piano / Attività di Manutenzione	
	Note	Soletta superiore spessore 3 cm
Livelli di sviluppo del Sistema di Classificazione degli elementi costruttivi progettato nella tesi	Raggruppatore_01	C. INTERNI
	Raggruppatore_02	C50. IMPALCATI, SOLAI INTERNI
	Raggruppatore_03	C5150. TRAVI
	Raggruppatore_04	C515020. Travi secondarie
Proprietà rilevanti dell'elemento costruttivo	Aspetto	
	Colore	
	Materiali	Laterizio e armatura
	Tipologia IFC Object Type	lfcSlab

	Tipo	Solaio in laterizio armato
	Modello	Solaio SAP 12+3
	Nome	Trave di blocchi forati
	Produttore	RDB, Piacenza
Lavorazioni Quantità Stima costi	Numero Ordine Progressivo CME	
	Codice Lavorazione (E.P. o Analisi Prezzi Unitari)	
	Lavorazione	
	Descrizione lavorazione	
	Unità di Misura CME	
	Quantità CME	
	Prezzo Unitario	
Collegamenti al materiale completo disponibile sull'elemento costruttivo	Hyperlink	
	QR Code	
	Stringa #TagBIM	#CodiceIDImpresaManutenzione = ""; #Raggruppatore_01 = "C. INTERNI"; #Raggruppatore_02 = "C50. IMPALCATI, SOLAI INTERNI"; #Raggruppatore_03 = "C5150. TRAVI"; #Raggruppatore_04 = "C515020. Travi secondarie"; #Materiale = "Laterizio e armatura"; #IFCObjectType = "IfcSlab"; #Tipo = "Solaio in laterizio armato"; #Nome = "Trave di blocchi forati"; #Modello = "Solaio SAP 12+3"; #Produttore = "RDB, Piacenza"; #nOrdineProgressivoCME = ""; #Codice Lavorazione = ""

Travi SOLAIO SAP 12+3 – MASCHERA ATTRIBUTI SPECIFICI (LOD G)

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
LOG	Altezza = [cm]	12
	Larghezza / Spessore medio = [cm]	20
	Lunghezza singolo blocco = [cm]	25
	Area sezione = [m ²]	
	Volume = [m ³]	
	Interasse travi = [cm]	20
	Altezza solaio grezzo = [cm]	15
	Area Totale Armature [mm ²]	
	Area Armature intradosso [mm ²]	
	Area Armature estradosso [mm ²]	
	% [Area Armature / Area Sezione]	
LOI	Massa blocchi laterizio [kg/m ²]	
	Massa travi confezionate [kg/m ²]	
	Massa totale solaio grezzo in opera [kg/m ²]	

	Resistenza al fuoco	
	Isolamento acustico [dB]	
	Trasmittanza termica U [W/m ² *K]	
	Conducibilità termica λ [W/m*K]	



Travi SOLAIO SAPAL 16,5 – MASCHERA ATTRIBUTI INFORMATIVI GENERALI (LOD G)

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
Obiettivi e usi	Codice Commessa	
	Disciplina	Modello strutturale
	Fase di progetto	Stadio di Esercizio - Fase di Gestione, Manutenzione
	Tipologia di intervento	Rilievo dello stato di fatto
Operatori coinvolti	Paternità / Responsabile	Studente Andrea Bonetti
	Codice ID Impresa Manutentrice	
	Nome Impresa Manutentrice	
	Soggetto manutentore - Responsabile impresa	
Collocazione temporale (periodo realizzazione, intervalli di operatività, interventi programmati)	Data Inizio Lavori	
	Data Fine Lavori	
	Durata lavori [gg]	
	Date Ultimi Interventi	
	Date Prossimi Interventi	
Elenco per punti dei controlli da effettuare sull'elemento costruttivo	Piano / Attività di Manutenzione	
	Note	
Livelli di sviluppo del Sistema di Classificazione degli elementi costruttivi progettato nella tesi	Raggruppatore_01	C. INTERNI
	Raggruppatore_02	C50. IMPALCATI, SOLAI INTERNI
	Raggruppatore_03	C5040. ELEMENTI DI ALLEGGERIMENTO, CASSEFORME, CASSERI A PERDERE
	Raggruppatore_04	C504020. Pignatte
Proprietà rilevanti dell'elemento costruttivo	Aspetto	
	Colore	
	Materiali	Laterizio
	Tipologia IFC Object Type	IfcSlab
	Tipo	Solaio a camera d'aria
	Modello	Solaio SAPAL 16,5
	Nome	Trave di blocchi forati
Produttore	RDB, Piacenza	

Lavorazioni Quantità Stima costi	Numero Ordine Progressivo CME	
	Codice Lavorazione (E.P. o Analisi Prezzi Unitari)	
	Lavorazione	
	Descrizione lavorazione	
	Unità di Misura CME	
	Quantità CME	
	Prezzo Unitario	
Collegamenti al materiale completo disponibile sull'elemento costruttivo	Hyperlink	
	QR Code	
	Stringa #TagBIM	#CodiceIDImpresaManutenzione = ""; #Raggruppatore_01 = "C. INTERNI"; #Raggruppatore_02 = "C50. IMPALCATI, SOLAI INTERNI"; #Raggruppatore_03 = "C5040. ELEMENTI DI ALLEGGERIMENTO, CASSEFORME, CASSERI A PERDERE"; #Raggruppatore_04 = "C504020. Pignatte"; #Materiale = "Laterizio"; #IFCObjectType = "IfcSlab"; #Tipo = "Solaio a camera d'aria"; #Nome = "Trave di blocchi forati"; #Modello = "Solaio SAPAL 16,5"; #Produttore = "RDB, Piacenza"; #nOrdineProgressivoCME = ""; #Codice Lavorazione = ""

Travi SOLAIO SAPAL 16,5 – MASCHERA ATTRIBUTI SPECIFICI (LOD G)

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
LOG	Altezza = [cm]	16,5
	Larghezza / Spessore medio = [cm]	
	Larghezza singola trave = [cm]	17
	Larghezza trave doppia = [cm]	34
	Area sezione = [m ²]	
	Volume = [m ³]	
	Interasse travi = [cm]	120
	Altezza solaio grezzo = [cm]	21,5
	Area Totale Armature [mm ²]	
	Area Armature intradosso [mm ²]	
	Area Armature estradosso [mm ²]	
	% [Area Armature / Area Sezione]	
LOI	Massa travi laterizio [kg/m ²]	32
	Massa travi confezionate [kg/m ²]	39
	Massa totale solaio grezzo in opera [kg/m ²]	

	Resistenza al fuoco	
	Isolamento acustico [dB]	
	Trasmittanza termica U [W/m ² *K]	
	Conducibilità termica λ [W/m*K]	

**Tabelle SOLAIO SAPAL 16,5 – MASCHERA ATTRIBUTI INFORMATIVI
GENERALI (LOD G)**

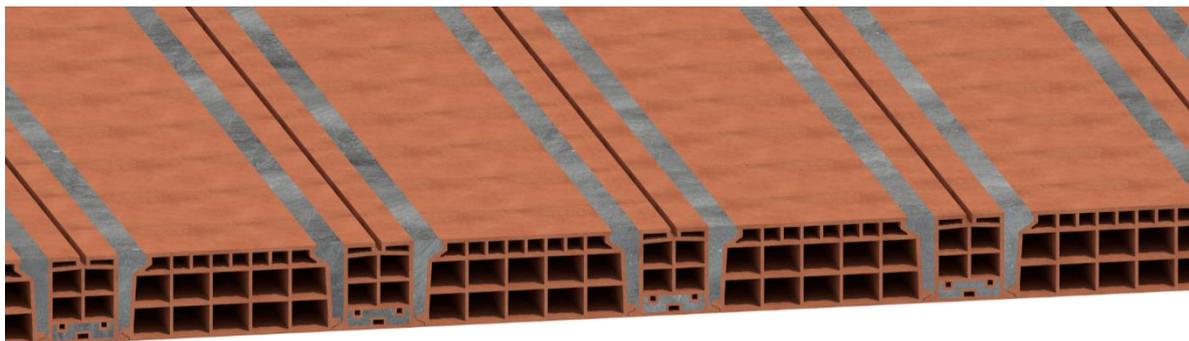
ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
Obiettivi e usi	Codice Commessa	
	Disciplina	Modello strutturale
	Fase di progetto	Stadio di Esercizio - Fase di Gestione, Manutenzione
	Tipologia di intervento	Rilievo dello stato di fatto
Operatori coinvolti	Paternità / Responsabile	Studente Andrea Bonetti
	Codice ID Impresa Manutentrice	
	Nome Impresa Manutentrice	
	Soggetto manutentore - Responsabile impresa	
Collocazione temporale (periodo realizzazione, intervalli di operatività, interventi programmati)	Data Inizio Lavori	
	Data Fine Lavori	
	Durata lavori [gg]	
	Date Ultimi Interventi	
	Date Prossimi Interventi	
Elenco per punti dei controlli da effettuare sull'elemento costruttivo	Piano / Attività di Manutenzione	
	Note	
Livelli di sviluppo del Sistema di Classificazione degli elementi costruttivi progettato nella tesi	Raggruppatore_01	C. INTERNI
	Raggruppatore_02	C50. IMPALCATI, SOLAI INTERNI
	Raggruppatore_03	C5040. ELEMENTI DI ALLEGGERIMENTO, CASSEFORME, CASSERI A PERDERE
	Raggruppatore_04	C504050. Tavelle
Proprietà rilevanti dell'elemento costruttivo	Aspetto	
	Colore	
	Materiali	Laterizio
	Tipologia IFC Object Type	IfcSlab

	Tipo	Solaio a camera d'aria
	Modello	Solaio SAPAL 16,5
	Nome	Tavelle intradosso
	Produttore	RDB, Piacenza
Lavorazioni Quantità Stima costi	Numero Ordine Progressivo CME	
	Codice Lavorazione (E.P. o Analisi Prezzi Unitari)	
	Lavorazione	
	Descrizione lavorazione	
	Unità di Misura CME	
	Quantità CME	
	Prezzo Unitario	
Collegamenti al materiale completo disponibile sull'elemento costruttivo	Hyperlink	
	QR Code	
	Stringa #TagBIM	#CodiceIDImpresaManutenzione = ""; #Raggruppatore_01 = "C. INTERNI"; #Raggruppatore_02 = "C50. IMPALCATI, SOLAI INTERNI"; #Raggruppatore_03 = "C5040. ELEMENTI DI ALLEGGERIMENTO, CASSEFORME, CASSERI A PERDERE"; #Raggruppatore_04 = "C504050. Tavelle"; #Materiale = "Laterizio"; #IFCObjectType = "IfcSlab"; #Tipo = "Solaio a camera d'aria"; #Nome = "Tavelle intradosso"; #Modello = "Solaio SAPAL 16,5"; #Produttore = "RDB, Piacenza"; #nOrdineProgressivoCME = ""; #Codice Lavorazione = ""

Tavelle SOLAIO SAPAL 16,5 – MASCHERA ATTRIBUTI SPECIFICI (LOD G)

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
LOG	Altezza tavella = [cm]	3
	Larghezza tavella = [cm]	
	Lunghezza singola tavella = [cm]	90
	Area sezione = [m ²]	
	Volume = [m ³]	
	Interasse tavelle = [cm]	
	Altezza solaio grezzo = [cm]	16,5
LOI	Massa tavelle in 1 m ² [kg]	39
	Massa totale solaio grezzo in opera [kg/m ²]	
	Resistenza al fuoco	
	Isolamento acustico [dB]	
	Trasmittanza termica U [W/m ² *K]	

	Conducibilità termica λ [W/m*K]	
--	---	--



**Travi SOLAIO SAPAL B 16,5 – MASCHERA ATTRIBUTI INFORMATIVI
GENERALI (LOD G)**

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
Obiettivi e usi	Codice Commessa	
	Disciplina	Modello strutturale
	Fase di progetto	Stadio di Esercizio - Fase di Gestione, Manutenzione
	Tipologia di intervento	Rilievo dello stato di fatto
Operatori coinvolti	Paternità / Responsabile	Studente Andrea Bonetti
	Codice ID Impresa Manutentrice	
	Nome Impresa Manutentrice	
	Soggetto manutentore - Responsabile impresa	
Collocazione temporale (periodo realizzazione, intervalli di operatività, interventi programmati)	Data Inizio Lavori	
	Data Fine Lavori	
	Durata lavori [gg]	
	Date Ultimi Interventi	
	Date Prossimi Interventi	
Elenco per punti dei controlli da effettuare sull'elemento costruttivo	Piano / Attività di Manutenzione	
	Note	
Livelli di sviluppo del Sistema di Classificazione degli elementi costruttivi progettato nella tesi	Raggruppatore_01	C. INTERNI
	Raggruppatore_02	C50. IMPALCATI, SOLAI INTERNI
	Raggruppatore_03	C5150. TRAVI
	Raggruppatore_04	C515020. Travi secondarie
Proprietà rilevanti dell'elemento costruttivo	Aspetto	
	Colore	
	Materiali	Laterizio e armatura
	Tipologia IFC Object Type	IfcSlab
	Tipo	Solaio a camera d'aria

	Modello	Solaio SAPAL B 16,5
	Nome	Trave di blocchi forati
	Produttore	RDB, Piacenza
Lavorazioni Quantità Stima costi	Numero Ordine Progressivo CME	
	Codice Lavorazione (E.P. o Analisi Prezzi Unitari)	
	Lavorazione	
	Descrizione lavorazione	
	Unità di Misura CME	
	Quantità CME	
	Prezzo Unitario	
Collegamenti al materiale completo disponibile sull'elemento costruttivo	Hyperlink	
	QR Code	
	Stringa #TagBIM	#CodiceIDImpresaManutenzione = ""; #Raggruppatore_01 = "C. INTERNI"; #Raggruppatore_02 = "C50. IMPALCATI, SOLAI INTERNI"; #Raggruppatore_03 = "C5150. TRAVI"; #Raggruppatore_04 = "C515020. Travi secondarie"; #Materiale = "Laterizio e armatura"; #IFCObjectType = "IfcSlab"; #Tipo = "Solaio a camera d'aria"; #Nome = "Trave di blocchi forati"; #Modello = "Solaio SAPAL B 16,5"; #Produttore = "RDB, Piacenza"; #nOrdineProgressivoCME = ""; #Codice Lavorazione = ""

Travi SOLAIO SAPAL B 16,5 – MASCHERA ATTRIBUTI SPECIFICI (LOD G)

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
LOG	Altezza = [cm]	16,5
	Larghezza / Spessore medio = [cm]	17
	Area sezione = [m ²]	
	Volume = [m ³]	
	Interasse travi = [cm]	55
	Altezza solaio grezzo = [cm]	21,5
	Area Totale Armature [mm ²]	
	Area Armature intradosso [mm ²]	
	Area Armature estradosso [mm ²]	
	% [Area Armature / Area Sezione]	
LOI	Massa travi laterizio [kg/m ²]	23
	Massa travi confezionate [kg/m ²]	28
	Massa totale solaio grezzo in opera [kg/m ²]	125
	Resistenza al fuoco	
	Isolamento acustico [dB]	

	Trasmittanza termica U [W/m ² *K]	
	Conducibilità termica λ [W/m*K]	

**Blocchi forati SOLAIO SAPAL B 16,5 – MASCHERA ATTRIBUTI
INFORMATIVI GENERALI (LOD G)**

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
Obiettivi e usi	Codice Commessa	
	Disciplina	Modello strutturale
	Fase di progetto	Stadio di Esercizio - Fase di Gestione, Manutenzione
	Tipologia di intervento	Rilievo dello stato di fatto
Operatori coinvolti	Paternità / Responsabile	Studente Andrea Bonetti
	Codice ID Impresa Manutentrice	
	Nome Impresa Manutentrice	
	Soggetto manutentore - Responsabile impresa	
Collocazione temporale (periodo realizzazione, intervalli di operatività, interventi programmati)	Data Inizio Lavori	
	Data Fine Lavori	
	Durata lavori [gg]	
	Date Ultimi Interventi	
	Date Prossimi Interventi	
Elenco per punti dei controlli da effettuare sull'elemento costruttivo	Piano / Attività di Manutenzione	
	Note	
Livelli di sviluppo del Sistema di Classificazione degli elementi costruttivi progettato nella tesi	Raggruppatore_01	C. INTERNI
	Raggruppatore_02	C50. IMPALCATI, SOLAI INTERNI
	Raggruppatore_03	C5040. ELEMENTI DI ALLEGGERIMENTO, CASSEFORME, CASSERI A PERDERE
	Raggruppatore_04	C504020. Pignatte
Proprietà rilevanti dell'elemento costruttivo	Aspetto	
	Colore	
	Materiali	Laterizio
	Tipologia IFC Object Type	IfcSlab
	Tipo	Solaio a camera d'aria
	Modello	Solaio SAPAL B 16,5
	Nome	Blocchi forati
	Produttore	RDB, Piacenza
Lavorazioni Quantità	Numero Ordine Progressivo CME	

Stima costi	Codice Lavorazione (E.P. o Analisi Prezzi Unitari)	
	Lavorazione	
	Descrizione lavorazione	
	Unità di Misura CME	
	Quantità CME	
	Prezzo Unitario	
Collegamenti al materiale completo disponibile sull'elemento costruttivo	Hyperlink	
	QR Code	
	Stringa #TagBIM	#CodiceIDImpresaManutenzione = ""; #Raggruppatore_01 = "C. INTERNI"; #Raggruppatore_02 = "C50. IMPALCATI, SOLAI INTERNI"; #Raggruppatore_03 = "C5040. ELEMENTI DI ALLEGGERIMENTO, CASSEFORME, CASSERI A PERDERE"; #Raggruppatore_04 = "C504020. Pignatte"; #Materiale = "Laterizio"; #IFCObjectType = "IfcSlab"; #Tipo = "Solaio a camera d'aria"; #Nome = "Blocchi forati"; #Modello = "Solaio SAPAL B 16,5"; #Produttore = "RDB, Piacenza"; #nOrdineProgressivoCME = ""; #Codice Lavorazione = ""

**Blocchi forati SOLAIO SAPAL B 16,5 – MASCHERA ATTRIBUTI SPECIFICI
(LOD G)**

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
LOG	Altezza blocchi = [cm]	16,5
	Larghezza blocchi = [cm]	38
	Area sezione = [m ²]	
	Volume = [m ³]	
	Interasse blocchi = [cm]	55
	Altezza solaio grezzo = [cm]	16,5
LOI	Massa blocchi in 1 m ² [kg]	48
	Massa totale solaio grezzo in opera [kg/m ²]	125
	Resistenza al fuoco	
	Isolamento acustico [dB]	
	Trasmittanza termica U [W/m ² *K]	
	Conducibilità termica λ [W/m*K]	

**Nervature c.a. SOLAIO SAPAL B 16,5 – MASCHERA ATTRIBUTI
INFORMATIVI GENERALI (LOD G)**

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
Obiettivi e usi	Codice Commessa	
	Disciplina	Modello strutturale
	Fase di progetto	Stadio di Esercizio - Fase di Gestione, Manutenzione
	Tipologia di intervento	Rilievo dello stato di fatto
Operatori coinvolti	Paternità / Responsabile	Studente Andrea Bonetti
	Codice ID Impresa Manutentrice	
	Nome Impresa Manutentrice	
	Soggetto manutentore - Responsabile impresa	
Collocazione temporale (periodo realizzazione, intervalli di operatività, interventi programmati)	Data Inizio Lavori	
	Data Fine Lavori	
	Durata lavori [gg]	
	Date Ultimi Interventi	
	Date Prossimi Interventi	
Elenco per punti dei controlli da effettuare sull'elemento costruttivo	Piano / Attività di Manutenzione	
	Note	
Livelli di sviluppo del Sistema di Classificazione degli elementi costruttivi progettato nella tesi	Raggruppatore_01	C. INTERNI
	Raggruppatore_02	C50. IMPALCATI, SOLAI INTERNI
	Raggruppatore_03	C5020. NERVATURE
	Raggruppatore_04	
Proprietà rilevanti dell'elemento costruttivo	Aspetto	
	Colore	
	Materiali	Conglomerato cementizio armato
	Tipologia IFC Object Type	IfcSlab
	Tipo	Solaio a camera d'aria
	Modello	Solaio SAPAL B 16,5
	Nome	Nervature c.a.
	Produttore	RDB, Piacenza
Lavorazioni Quantità Stima costi	Numero Ordine Progressivo CME	
	Codice Lavorazione (E.P. o Analisi Prezzi Unitari)	
	Lavorazione	
	Descrizione lavorazione	
	Unità di Misura CME	

	Quantità CME	
	Prezzo Unitario	
Collegamenti al materiale completo disponibile sull'elemento costruttivo	Hyperlink	
	QR Code	
	Stringa #TagBIM	#CodiceIDImpresaManutenzione = ""; #Raggruppatore_01 = "C. INTERNI"; #Raggruppatore_02 = "C50. IMPALCATI, SOLAI INTERNI"; #Raggruppatore_03 = "C5020. NERVATURE"; #Raggruppatore_04 = ""; #Materiale = "Conglomerato cementizio armato"; #IFCObjectType = "IfcSlab"; #Tipo = "Solaio a camera d'aria"; #Nome = "Nervature c.a."; #Modello = "Solaio SAPAL B 16,5"; #Produttore = "RDB, Piacenza"; #nOrdineProgressivoCME = ""; #Codice Lavorazione = ""

**Nervature c.a. SOLAIO SAPAL B 16,5 – MASCHERA ATTRIBUTI SPECIFICI
(LOD G)**

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
LOG	Altezza = [cm]	14
	Larghezza / Spessore medio nervature = [cm]	3
	Area sezione = [m ²]	
	Volume = [m ³]	
	Interasse nervature = [cm]	
	Altezza solaio grezzo = [cm]	16,5
	Area Totale Armature [mm ²]	
	Area Armature intradosso [mm ²]	
	Area Armature estradosso [mm ²]	
	% [Area Armature / Area Sezione]	
LOI	Massa nervature [kg/m ²]	
	Massa totale solaio grezzo in opera [kg/m ²]	125
	Densità ρ [kg/m ³]	
	Resistenza al fuoco	
	Isolamento acustico [dB]	
	Trasmittanza termica U [W/m ² *K]	
	Conducibilità termica λ [W/m*K]	



**Elemento a L SOLAIO STIMIP MA 29 – MASCHERA ATTRIBUTI
INFORMATIVI GENERALI (LOD G)**

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
Obiettivi e usi	Codice Commessa	
	Disciplina	Modello strutturale
	Fase di progetto	Stadio di Esercizio - Fase di Gestione, Manutenzione
	Tipologia di intervento	Rilievo dello stato di fatto
Operatori coinvolti	Paternità / Responsabile	Studente Andrea Bonetti
	Codice ID Impresa Manutentrice	
	Nome Impresa Manutentrice	
	Soggetto manutentore - Responsabile impresa	
Collocazione temporale (periodo realizzazione, intervalli di operatività, interventi programmati)	Data Inizio Lavori	
	Data Fine Lavori	
	Durata lavori [gg]	
	Date Ultimi Interventi	
	Date Prossimi Interventi	
Elenco per punti dei controlli da effettuare sull'elemento costruttivo	Piano / Attività di Manutenzione	
	Note	
Livelli di sviluppo del Sistema di	Raggruppatore_01	C. INTERNI
	Raggruppatore_02	C50. IMPALCATI, SOLAI INTERNI

Classificazione degli elementi costruttivi progettato nella tesi	Raggruppatore_03	C5040. ELEMENTI DI ALLEGGERIMENTO, CASSEFORME, CASSERI A PERDERE
	Raggruppatore_04	C504080. Elementi a L
Proprietà rilevanti dell'elemento costruttivo	Aspetto	
	Colore	
	Materiali	Laterizio
	Tipologia IFC Object Type	IfcSlab
	Tipo	Solaio a camera d'aria
	Modello	Solaio STIMIP MA 29
	Nome	Elementi a L
Produttore	RDB, Piacenza	
Lavorazioni Quantità Stima costi	Numero Ordine Progressivo CME	
	Codice Lavorazione (E.P. o Analisi Prezzi Unitari)	
	Lavorazione	
	Descrizione lavorazione	
	Unità di Misura CME	
	Quantità CME	
	Prezzo Unitario	
Collegamenti al materiale completo disponibile sull'elemento costruttivo	Hyperlink	
	QR Code	
	Stringa #TagBIM	#CodiceIDImpresaManutenzione = ""; #Raggruppatore_01 = "C. INTERNI"; #Raggruppatore_02 = "C50. IMPALCATI, SOLAI INTERNI"; #Raggruppatore_03 = "C5040. ELEMENTI DI ALLEGGERIMENTO, CASSEFORME, CASSERI A PERDERE"; #Raggruppatore_04 = "C504080. Elementi a L"; #Materiale = "Laterizio"; #IFCObjectType = "IfcSlab"; #Tipo = "Solaio a camera d'aria"; #Nome = "Elementi a L"; #Modello = "Solaio STIMIP MA 29"; #Produttore = "RDB, Piacenza"; #nOrdineProgressivoCME = ""; #Codice Lavorazione = ""

**Elemento a L SOLAIO STIMIP MA 29 – MASCHERA ATTRIBUTI SPECIFICI
(LOD G)**

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
LOG	Altezza Elemento a L = [cm]	24
	Larghezza Elemento a L = [cm]	
	Lunghezza singolo Elemento a L = [cm]	26,5
	Area sezione = [m ²]	

	Volume = [m ³]	
	Interasse travetti = [cm]	69
	Altezza solaio grezzo = [cm]	29
LOI	Massa Elemento a L in 1 m ² [kg]	
	Massa totale solaio grezzo in opera [kg/m ²]	185
	Resistenza al fuoco	
	Isolamento acustico [dB]	
	Trasmittanza termica U [W/m ² *K]	
	Conducibilità termica λ [W/m*K]	

Fondello SOLAIO STIMIP MA 29 – MASCHERA ATTRIBUTI INFORMATIVI GENERALI (LOD G)

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
Obiettivi e usi	Codice Commessa	
	Disciplina	Modello strutturale
	Fase di progetto	Stadio di Esercizio - Fase di Gestione, Manutenzione
	Tipologia di intervento	Rilievo dello stato di fatto
Operatori coinvolti	Paternità / Responsabile	Studente Andrea Bonetti
	Codice ID Impresa Manutentrice	
	Nome Impresa Manutentrice	
	Soggetto manutentore - Responsabile impresa	
Collocazione temporale (periodo realizzazione, intervalli di operatività, interventi programmati)	Data Inizio Lavori	
	Data Fine Lavori	
	Durata lavori [gg]	
	Date Ultimi Interventi	
	Date Prossimi Interventi	
Elenco per punti dei controlli da effettuare sull'elemento costruttivo	Piano / Attività di Manutenzione	
	Note	
Livelli di sviluppo del Sistema di Classificazione degli elementi costruttivi progettato nella tesi	Raggruppatore_01	C. INTERNI
	Raggruppatore_02	C50. IMPALCATI, SOLAI INTERNI
	Raggruppatore_03	C5040. ELEMENTI DI ALLEGGERIMENTO, CASSEFORME, CASSERI A PERDERE
	Raggruppatore_04	C504040. Fondelli
	Aspetto	

Proprietà rilevanti dell'elemento costruttivo	Colore	
	Materiali	Laterizio
	Tipologia IFC Object Type	IfcSlab
	Tipo	Solaio a camera d'aria
	Modello	Solaio STIMIP MA 29
	Nome	Fondello
	Produttore	RDB, Piacenza
Lavorazioni Quantità Stima costi	Numero Ordine Progressivo CME	
	Codice Lavorazione (E.P. o Analisi Prezzi Unitari)	
	Lavorazione	
	Descrizione lavorazione	
	Unità di Misura CME	
	Quantità CME	
	Prezzo Unitario	
Collegamenti al materiale completo disponibile sull'elemento costruttivo	Hyperlink	
	QR Code	
	Stringa #TagBIM	#CodiceIDImpresaManutenzione = ""; #Raggruppatore_01 = "C. INTERNI"; #Raggruppatore_02 = "C50. IMPALCATI, SOLAI INTERNI"; #Raggruppatore_03 = "C5040. ELEMENTI DI ALLEGGERIMENTO, CASSEFORME, CASSERI A PERDERE"; #Raggruppatore_04 = "C504040. Fondelli"; #Materiale = "Laterizio"; #IFCObjectType = "IfcSlab"; #Tipo = "Solaio a camera d'aria"; #Nome = "Fondello"; #Modello = "Solaio STIMIP MA 29"; #Produttore = "RDB, Piacenza"; #nOrdineProgressivoCME = ""; #Codice Lavorazione = ""

**Fondello SOLAIO STIMIP MA 29 – MASCHERA ATTRIBUTI SPECIFICI
(LOD G)**

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
LOG	Altezza Fondello = [cm]	
	Larghezza Fondello = [cm]	
	Lunghezza Fondello = [cm]	
	Area sezione = [m ²]	
	Volume = [m ³]	
	Interasse travetti = [cm]	69
	Altezza solaio grezzo = [cm]	29
	Massa Fondello in 1 m ² [kg]	

LOI	Massa totale solaio grezzo in opera [kg/m ²]	185
	Resistenza al fuoco	
	Isolamento acustico [dB]	
	Trasmittanza termica U [W/m ² *K]	
	Conducibilità termica λ [W/m*K]	

Nervature SOLAIO STIMIP MA 29 – MASCHERA ATTRIBUTI INFORMATIVI GENERALI (LOD G)

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
Obiettivi e usi	Codice Commessa	
	Disciplina	Modello strutturale
	Fase di progetto	Stadio di Esercizio - Fase di Gestione, Manutenzione
	Tipologia di intervento	Rilievo dello stato di fatto
Operatori coinvolti	Paternità / Responsabile	Studente Andrea Bonetti
	Codice ID Impresa Manutentrice	
	Nome Impresa Manutentrice	
	Soggetto manutentore - Responsabile impresa	
Collocazione temporale (periodo realizzazione, intervalli di operatività, interventi programmati)	Data Inizio Lavori	
	Data Fine Lavori	
	Durata lavori [gg]	
	Date Ultimi Interventi	
	Date Prossimi Interventi	
Elenco per punti dei controlli da effettuare sull'elemento costruttivo	Piano / Attività di Manutenzione	
	Note	
Livelli di sviluppo del Sistema di Classificazione degli elementi costruttivi progettato nella tesi	Raggruppatore_01	C. INTERNI
	Raggruppatore_02	C50. IMPALCATI, SOLAI INTERNI
	Raggruppatore_03	C5020. NERVATURE
	Raggruppatore_04	
Proprietà rilevanti dell'elemento costruttivo	Aspetto	
	Colore	
	Materiali	Laterizio
	Tipologia IFC Object Type	IfcSlab
	Tipo	Solaio a camera d'aria
	Modello	Solaio STIMIP MA 29

	Nome	Nervature c.a.
	Produttore	RDB, Piacenza
Lavorazioni Quantità Stima costi	Numero Ordine Progressivo CME	
	Codice Lavorazione (E.P. o Analisi Prezzi Unitari)	
	Lavorazione	
	Descrizione lavorazione	
	Unità di Misura CME	
	Quantità CME	
	Prezzo Unitario	
Collegamenti al materiale completo disponibile sull'elemento costruttivo	Hyperlink	
	QR Code	
	Stringa #TagBIM	#CodiceIDImpresaManutenzione = ""; #Raggruppatore_01 = "C. INTERNI"; #Raggruppatore_02 = "C50. IMPALCATI, SOLAI INTERNI"; #Raggruppatore_03 = "C5020. NERVATURE"; #Raggruppatore_04 = ""; #Materiale = "Laterizio"; #IFCObjectType = "IfcSlab"; #Tipo = "Solaio a camera d'aria"; #Nome = "Nervature c.a."; #Modello = "Solaio STIMIP MA 29"; #Produttore = "RDB, Piacenza"; #nOrdineProgressivoCME = ""; #Codice Lavorazione = ""

**Nervature SOLAIO STIMIP MA 29 – MASCHERA ATTRIBUTI SPECIFICI
(LOD G)**

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
LOG	Altezza nervature = [cm]	5
	Larghezza / Spessore medio nervature = [cm]	
	Area sezione = [m ²]	
	Volume = [m ³]	
	Interasse nervature = [cm]	18
	Altezza solaio grezzo = [cm]	29
	Area Totale Armature [mm ²]	
	Area Armature intradosso [mm ²]	
	Area Armature estradosso [mm ²]	
	% [Area Armature / Area Sezione]	
LOI	Massa nervature [kg/m ²]	
	Massa totale solaio grezzo in opera [kg/m ²]	185
	Resistenza al fuoco	
	Isolamento acustico [dB]	

	Trasmittanza termica U [W/m ² *K]	
	Conducibilità termica λ [W/m*K]	
	Tipo soletta	Mista in cotto e conglomerato cementizio armato

Travetti SOLAIO STIMIP MA 29 – MASCHERA ATTRIBUTI INFORMATIVI GENERALI (LOD G)

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
Obiettivi e usi	Codice Commessa	
	Disciplina	Modello strutturale
	Fase di progetto	Stadio di Esercizio - Fase di Gestione, Manutenzione
	Tipologia di intervento	Rilievo dello stato di fatto
Operatori coinvolti	Paternità / Responsabile	Studente Andrea Bonetti
	Codice ID Impresa Manutentrice	
	Nome Impresa Manutentrice	
	Soggetto manutentore - Responsabile impresa	
Collocazione temporale (periodo realizzazione, intervalli di operatività, interventi programmati)	Data Inizio Lavori	
	Data Fine Lavori	
	Durata lavori [gg]	
	Date Ultimi Interventi	
	Date Prossimi Interventi	
Elenco per punti dei controlli da effettuare sull'elemento costruttivo	Piano / Attività di Manutenzione	
	Note	
Livelli di sviluppo del Sistema di Classificazione degli elementi costruttivi progettato nella tesi	Raggruppatore_01	C. INTERNI
	Raggruppatore_02	C50. IMPALCATI, SOLAI INTERNI
	Raggruppatore_03	C5150. TRAVI
	Raggruppatore_04	C515070. Travetti, listelli, arcarecci, terzere
Proprietà rilevanti dell'elemento costruttivo	Aspetto	
	Colore	
	Materiali	Laterizio
	Tipologia IFC Object Type	IfcSlab
	Tipo	Solaio a camera d'aria
	Modello	Solaio STIMIP MA 29
	Nome	Travetti c.a.
Produttore	RDB, Piacenza	

Lavorazioni Quantità Stima costi	Numero Ordine Progressivo CME	
	Codice Lavorazione (E.P. o Analisi Prezzi Unitari)	
	Lavorazione	
	Descrizione lavorazione	
	Unità di Misura CME	
	Quantità CME	
	Prezzo Unitario	
Collegamenti al materiale completo disponibile sull'elemento costruttivo	Hyperlink	
	QR Code	
	Stringa #TagBIM	#CodiceIDImpresaManutenzione = ""; #Raggruppatore_01 = "C. INTERNI"; #Raggruppatore_02 = "C50. IMPALCATI, SOLAI INTERNI"; #Raggruppatore_03 = "C5150. TRAVI"; #Raggruppatore_04 = "C515070. Travetti, listelli, arcarecci, terzere"; #Materiale = "Laterizio"; #IFCObjectType = "IfcSlab"; #Tipo = "Solaio a camera d'aria"; #Nome = "Travetti c.a."; #Modello = "Solaio STIMIP MA 29"; #Produttore = "RDB, Piacenza"; #nOrdineProgressivoCME = ""; #Codice Lavorazione = ""

Travetti SOLAIO STIMIP MA 29 – MASCHERA ATTRIBUTI SPECIFICI (LOD G)

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
LOG	Altezza = [cm]	28
	Larghezza / Spessore medio = [cm]	8,7
	Area sezione = [m ²]	
	Volume = [m ³]	
	Interasse travetti = [cm]	69
	Altezza solaio grezzo = [cm]	29
	Area Totale Armature [mm ²]	
	Area Armature intradosso [mm ²]	
	Area Armature estradosso [mm ²]	
	% [Area Armature / Area Sezione]	
LOI	Massa travi laterizio [kg/m ²]	
	Massa travi confezionate [kg/m ²]	
	Massa totale solaio grezzo in opera [kg/m ²]	185
	Resistenza al fuoco	
	Isolamento acustico [dB]	
	Trasmittanza termica U [W/m ² *K]	

	Conducibilità termica λ [W/m*K]	
--	---	--

**Tabelle SOLAIO STIMIP MA 29 – MASCHERA ATTRIBUTI INFORMATIVI
GENERALI (LOD G)**

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
Obiettivi e usi	Codice Commessa	
	Disciplina	Modello strutturale
	Fase di progetto	Stadio di Esercizio - Fase di Gestione, Manutenzione
	Tipologia di intervento	Rilievo dello stato di fatto
Operatori coinvolti	Paternità / Responsabile	Studente Andrea Bonetti
	Codice ID Impresa Manutentrice	
	Nome Impresa Manutentrice	
	Soggetto manutentore - Responsabile impresa	
Collocazione temporale (periodo realizzazione, intervalli di operatività, interventi programmati)	Data Inizio Lavori	
	Data Fine Lavori	
	Durata lavori [gg]	
	Date Ultimi Interventi	
	Date Prossimi Interventi	
Elenco per punti dei controlli da effettuare sull'elemento costruttivo	Piano / Attività di Manutenzione	
	Note	
Livelli di sviluppo del Sistema di Classificazione degli elementi costruttivi progettato nella tesi	Raggruppatore_01	C. INTERNI
	Raggruppatore_02	C50. IMPALCATI, SOLAI INTERNI
	Raggruppatore_03	C5040. ELEMENTI DI ALLEGGERIMENTO, CASSEFORME, CASSERI A PERDERE
	Raggruppatore_04	C504050. Tavelle
Proprietà rilevanti dell'elemento costruttivo	Aspetto	
	Colore	
	Materiali	Laterizio
	Tipologia IFC Object Type	IfcSlab
	Tipo	Solaio a camera d'aria
	Modello	Solaio STIMIP MA 29
	Nome	Tavelle intradosso
Produttore	RDB, Piacenza	
Lavorazioni Quantità	Numero Ordine Progressivo CME	

Stima costi	Codice Lavorazione (E.P. o Analisi Prezzi Unitari)	
	Lavorazione	
	Descrizione lavorazione	
	Unità di Misura CME	
	Quantità CME	
	Prezzo Unitario	
Collegamenti al materiale completo disponibile sull'elemento costruttivo	Hyperlink	
	QR Code	
	Stringa #TagBIM	#CodiceIDImpresaManutenzione = ""; #Raggruppatore_01 = "C. INTERNI"; #Raggruppatore_02 = "C50. IMPALCATI, SOLAI INTERNI"; #Raggruppatore_03 = "C5040. ELEMENTI DI ALLEGGERIMENTO, CASSEFORME, CASSERI A PERDERE"; #Raggruppatore_04 = "C504050. Tavelle"; #Materiale = "Laterizio"; #IFCObjectType = "IfcSlab"; #Tipo = "Solaio a camera d'aria"; #Nome = "Tavelle intradosso"; #Modello = "Solaio STIMIP MA 29"; #Produttore = "RDB, Piacenza"; #nOrdineProgressivoCME = ""; #Codice Lavorazione = ""

Tavelle SOLAIO STIMIP MA 29 – MASCHERA ATTRIBUTI SPECIFICI (LOD G)

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
LOG	Altezza Tavelle = [cm]	3
	Larghezza Tavelle = [cm]	35
	Lunghezza Tavelle = [cm]	53
	Area sezione = [m ²]	
	Volume = [m ³]	
	Altezza solaio grezzo = [cm]	29
LOI	Massa Tavelle in 1 m ² [kg]	
	Massa totale solaio grezzo in opera [kg/m ²]	185
	Resistenza al fuoco	
	Isolamento acustico [dB]	
	Trasmittanza termica U [W/m ² *K]	
	Conducibilità termica λ [W/m*K]	

**Tavelloni SOLAIO STIMIP MA 29 – MASCHERA ATTRIBUTI INFORMATIVI
GENERALI (LOD G)**

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
Obiettivi e usi	Codice Commessa	
	Disciplina	Modello strutturale
	Fase di progetto	Stadio di Esercizio - Fase di Gestione, Manutenzione
	Tipologia di intervento	Rilievo dello stato di fatto
Operatori coinvolti	Paternità / Responsabile	Studente Andrea Bonetti
	Codice ID Impresa Manutentrice	
	Nome Impresa Manutentrice	
	Soggetto manutentore - Responsabile impresa	
Collocazione temporale (periodo realizzazione, intervalli di operatività, interventi programmati)	Data Inizio Lavori	
	Data Fine Lavori	
	Durata lavori [gg]	
	Date Ultimi Interventi	
	Date Prossimi Interventi	
Elenco per punti dei controlli da effettuare sull'elemento costruttivo	Piano / Attività di Manutenzione	
	Note	
Livelli di sviluppo del Sistema di Classificazione degli elementi costruttivi progettato nella tesi	Raggruppatore_01	C. INTERNI
	Raggruppatore_02	C50. IMPALCATI, SOLAI INTERNI
	Raggruppatore_03	C5040. ELEMENTI DI ALLEGGERIMENTO, CASSEFORME, CASSERI A PERDERE
	Raggruppatore_04	C504060. Tavelloni
Proprietà rilevanti dell'elemento costruttivo	Aspetto	
	Colore	
	Materiali	Laterizio
	Tipologia IFC Object Type	IfcSlab
	Tipo	Solaio a camera d'aria
	Modello	Solaio STIMIP MA 29
	Nome	Tavelloni estradosso
	Produttore	RDB, Piacenza
Lavorazioni Quantità Stima costi	Numero Ordine Progressivo CME	
	Codice Lavorazione (E.P. o Analisi Prezzi Unitari)	
	Lavorazione	
	Descrizione lavorazione	

	Unità di Misura CME	
	Quantità CME	
	Prezzo Unitario	
Collegamenti al materiale completo disponibile sull'elemento costruttivo	Hyperlink	
	QR Code	
	Stringa #TagBIM	#CodiceIDImpresaManutenzione = ""; #Raggruppatore_01 = "C. INTERNI"; #Raggruppatore_02 = "C50. IMPALCATI, SOLAI INTERNI"; #Raggruppatore_03 = "C5040. ELEMENTI DI ALLEGGERIMENTO, CASSEFORME, CASSERI A PERDERE"; #Raggruppatore_04 = "C504060. Tavelloni"; #Materiale = "Laterizio"; #IFCObjectType = "IfcSlab"; #Tipo = "Solaio a camera d'aria"; #Nome = "Tavelloni estradosso"; #Modello = "Solaio STIMIP MA 29"; #Produttore = "RDB, Piacenza"; #nOrdineProgressivoCME = ""; #Codice Lavorazione = ""

Tavelloni SOLAIO STIMIP MA 29 – MASCHERA ATTRIBUTI SPECIFICI (LOD G)

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
LOG	Altezza Tavelloni = [cm]	5
	Larghezza Tavelloni = [cm]	18
	Lunghezza Tavelloni = [cm]	57
	Area sezione = [m ²]	
	Volume = [m ³]	
	Altezza solaio grezzo = [cm]	29
LOI	Massa Tavelloni in 1 m ² [kg]	
	Massa totale solaio grezzo in opera [kg/m ²]	213
	Resistenza al fuoco	
	Isolamento acustico [dB]	
	Trasmittanza termica U [W/m ² *K]	
	Conducibilità termica λ [W/m*K]	
	Tipo soletta	Mista in cotto e conglomerato cementizio armato



**Elemento a L SOLAIO STIMIP MA 34 – MASCHERA ATTRIBUTI
INFORMATIVI GENERALI (LOD G)**

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
Obiettivi e usi	Codice Commessa	
	Disciplina	Modello strutturale
	Fase di progetto	Stadio di Esercizio - Fase di Gestione, Manutenzione
	Tipologia di intervento	Rilievo dello stato di fatto
Operatori coinvolti	Paternità / Responsabile	Studente Andrea Bonetti
	Codice ID Impresa Manutentrice	
	Nome Impresa Manutentrice	
	Soggetto manutentore - Responsabile impresa	
Collocazione temporale (periodo realizzazione, intervalli di operatività, interventi programmati)	Data Inizio Lavori	
	Data Fine Lavori	
	Durata lavori [gg]	
	Date Ultimi Interventi	
	Date Prossimi Interventi	
Elenco per punti dei controlli da effettuare sull'elemento costruttivo	Piano / Attività di Manutenzione	
	Note	
Livelli di sviluppo del Sistema di	Raggruppatore_01	C. INTERNI
	Raggruppatore_02	C50. IMPALCATI, SOLAI INTERNI

Classificazione degli elementi costruttivi progettato nella tesi	Raggruppatore_03	C5040. ELEMENTI DI ALLEGGERIMENTO, CASSEFORME, CASSERI A PERDERE
	Raggruppatore_04	C504080. Elementi a L
Proprietà rilevanti dell'elemento costruttivo	Aspetto	
	Colore	
	Materiali	Laterizio
	Tipologia IFC Object Type	IfcSlab
	Tipo	Solaio a camera d'aria
	Modello	Solaio STIMIP MA 34
	Nome	Elementi a L
Produttore	RDB, Piacenza	
Lavorazioni Quantità Stima costi	Numero Ordine Progressivo CME	
	Codice Lavorazione (E.P. o Analisi Prezzi Unitari)	
	Lavorazione	
	Descrizione lavorazione	
	Unità di Misura CME	
	Quantità CME	
	Prezzo Unitario	
Collegamenti al materiale completo disponibile sull'elemento costruttivo	Hyperlink	
	QR Code	
	Stringa #TagBIM	#CodiceIDImpresaManutenzione = ""; #Raggruppatore_01 = "C. INTERNI"; #Raggruppatore_02 = "C50. IMPALCATI, SOLAI INTERNI"; #Raggruppatore_03 = "C5040. ELEMENTI DI ALLEGGERIMENTO, CASSEFORME, CASSERI A PERDERE"; #Raggruppatore_04 = "C504080. Elementi a L"; #Materiale = "Laterizio"; #IFCObjectType = "IfcSlab"; #Tipo = "Solaio a camera d'aria"; #Nome = "Elementi a L"; #Modello = "Solaio STIMIP MA 34"; #Produttore = "RDB, Piacenza"; #nOrdineProgressivoCME = ""; #Codice Lavorazione = ""

**Elemento a L SOLAIO STIMIP MA 34 – MASCHERA ATTRIBUTI SPECIFICI
(LOD G)**

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
LOG	Altezza Elemento a L = [cm]	29
	Larghezza Elemento a L = [cm]	
	Lunghezza singolo Elemento a L = [cm]	26,5
	Area sezione = [m ²]	

	Volume = [m ³]	
	Interasse travetti = [cm]	69
	Altezza solaio grezzo = [cm]	34
LOI	Massa Elemento a L in 1 m ² [kg]	
	Massa totale solaio grezzo in opera [kg/m ²]	213
	Resistenza al fuoco	
	Isolamento acustico [dB]	
	Trasmittanza termica U [W/m ² *K]	
	Conducibilità termica λ [W/m*K]	

**Fondello SOLAIO STIMIP MA 34 – MASCHERA ATTRIBUTI INFORMATIVI
GENERALI (LOD G)**

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
Obiettivi e usi	Codice Commessa	
	Disciplina	Modello strutturale
	Fase di progetto	Stadio di Esercizio - Fase di Gestione, Manutenzione
	Tipologia di intervento	Rilievo dello stato di fatto
Operatori coinvolti	Paternità / Responsabile	Studente Andrea Bonetti
	Codice ID Impresa Manutentrice	
	Nome Impresa Manutentrice	
	Soggetto manutentore - Responsabile impresa	
Collocazione temporale (periodo realizzazione, intervalli di operatività, interventi programmati)	Data Inizio Lavori	
	Data Fine Lavori	
	Durata lavori [gg]	
	Date Ultimi Interventi	
	Date Prossimi Interventi	
Elenco per punti dei controlli da effettuare sull'elemento costruttivo	Piano / Attività di Manutenzione	
	Note	
Livelli di sviluppo del Sistema di Classificazione degli elementi costruttivi progettato nella tesi	Raggruppatore_01	C. INTERNI
	Raggruppatore_02	C50. IMPALCATI, SOLAI INTERNI
	Raggruppatore_03	C5040. ELEMENTI DI ALLEGGERIMENTO, CASSEFORME, CASSERI A PERDERE
	Raggruppatore_04	C504040. Fondelli
	Aspetto	

Proprietà rilevanti dell'elemento costruttivo	Colore	
	Materiali	Laterizio
	Tipologia IFC Object Type	IfcSlab
	Tipo	Solaio a camera d'aria
	Modello	Solaio STIMIP MA 34
	Nome	Fondello
	Produttore	RDB, Piacenza
Lavorazioni Quantità Stima costi	Numero Ordine Progressivo CME	
	Codice Lavorazione (E.P. o Analisi Prezzi Unitari)	
	Lavorazione	
	Descrizione lavorazione	
	Unità di Misura CME	
	Quantità CME	
	Prezzo Unitario	
Collegamenti al materiale completo disponibile sull'elemento costruttivo	Hyperlink	
	QR Code	
	Stringa #TagBIM	#CodiceIDImpresaManutenzione = ""; #Raggruppatore_01 = "C. INTERNI"; #Raggruppatore_02 = "C50. IMPALCATI, SOLAI INTERNI"; #Raggruppatore_03 = "C5040. ELEMENTI DI ALLEGGERIMENTO, CASSEFORME, CASSERI A PERDERE"; #Raggruppatore_04 = "C504040. Fondelli"; #Materiale = "Laterizio"; #IFCObjectType = "IfcSlab"; #Tipo = "Solaio a camera d'aria"; #Nome = "Fondello"; #Modello = "Solaio STIMIP MA 34"; #Produttore = "RDB, Piacenza"; #nOrdineProgressivoCME = ""; #Codice Lavorazione = ""

**Fondello SOLAIO STIMIP MA 34 – MASCHERA ATTRIBUTI SPECIFICI
(LOD G)**

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
LOG	Altezza Fondello = [cm]	
	Larghezza Fondello = [cm]	
	Lunghezza Fondello = [cm]	
	Area sezione = [m ²]	
	Volume = [m ³]	
	Interasse travetti = [cm]	69
	Altezza solaio grezzo = [cm]	34
	Massa Fondello in 1 m ² [kg]	

LOI	Massa totale solaio grezzo in opera [kg/m ²]	213
	Resistenza al fuoco	
	Isolamento acustico [dB]	
	Trasmittanza termica U [W/m ² *K]	
	Conducibilità termica λ [W/m*K]	

Nervature SOLAIO STIMIP MA 34 – MASCHERA ATTRIBUTI INFORMATIVI GENERALI (LOD G)

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
Obiettivi e usi	Codice Commessa	
	Disciplina	Modello strutturale
	Fase di progetto	Stadio di Esercizio - Fase di Gestione, Manutenzione
	Tipologia di intervento	Rilievo dello stato di fatto
Operatori coinvolti	Paternità / Responsabile	Studente Andrea Bonetti
	Codice ID Impresa Manutentrice	
	Nome Impresa Manutentrice	
	Soggetto manutentore - Responsabile impresa	
Collocazione temporale (periodo realizzazione, intervalli di operatività, interventi programmati)	Data Inizio Lavori	
	Data Fine Lavori	
	Durata lavori [gg]	
	Date Ultimi Interventi	
	Date Prossimi Interventi	
Elenco per punti dei controlli da effettuare sull'elemento costruttivo	Piano / Attività di Manutenzione	
	Note	
Livelli di sviluppo del Sistema di Classificazione degli elementi costruttivi progettato nella tesi	Raggruppatore_01	C. INTERNI
	Raggruppatore_02	C50. IMPALCATI, SOLAI INTERNI
	Raggruppatore_03	C5020. NERVATURE
	Raggruppatore_04	
Proprietà rilevanti dell'elemento costruttivo	Aspetto	
	Colore	
	Materiali	Laterizio
	Tipologia IFC Object Type	IfcSlab
	Tipo	Solaio a camera d'aria
	Modello	Solaio STIMIP MA 34

	Nome	Nervature c.a.
	Produttore	RDB, Piacenza
Lavorazioni Quantità Stima costi	Numero Ordine Progressivo CME	
	Codice Lavorazione (E.P. o Analisi Prezzi Unitari)	
	Lavorazione	
	Descrizione lavorazione	
	Unità di Misura CME	
	Quantità CME	
	Prezzo Unitario	
Collegamenti al materiale completo disponibile sull'elemento costruttivo	Hyperlink	
	QR Code	
	Stringa #TagBIM	#CodiceIDImpresaManutenzione = ""; #Raggruppatore_01 = "C. INTERNI"; #Raggruppatore_02 = "C50. IMPALCATI, SOLAI INTERNI"; #Raggruppatore_03 = "C5020. NERVATURE"; #Raggruppatore_04 = ""; #Materiale = "Laterizio"; #IFCObjectType = "IfcSlab"; #Tipo = "Solaio a camera d'aria"; #Nome = "Nervature c.a."; #Modello = "Solaio STIMIP MA 34"; #Produttore = "RDB, Piacenza"; #nOrdineProgressivoCME = ""; #Codice Lavorazione = ""

**Nervature SOLAIO STIMIP MA 34 – MASCHERA ATTRIBUTI SPECIFICI
(LOD G)**

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
LOG	Altezza nervature = [cm]	5
	Larghezza / Spessore medio nervature = [cm]	
	Area sezione = [m ²]	
	Volume = [m ³]	
	Interasse nervature = [cm]	18
	Altezza solaio grezzo = [cm]	34
	Area Totale Armature [mm ²]	
	Area Armature intradosso [mm ²]	
	Area Armature estradosso [mm ²]	
	% [Area Armature / Area Sezione]	
LOI	Massa nervature [kg/m ²]	
	Massa totale solaio grezzo in opera [kg/m ²]	213
	Resistenza al fuoco	
	Isolamento acustico [dB]	

	Trasmittanza termica U [W/m ² *K]	
	Conducibilità termica λ [W/m*K]	
	Tipo soletta	Mista in cotto e conglomerato cementizio armato

Travetti SOLAIO STIMIP MA 34 – MASCHERA ATTRIBUTI INFORMATIVI GENERALI (LOD G)

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
Obiettivi e usi	Codice Commessa	
	Disciplina	Modello strutturale
	Fase di progetto	Stadio di Esercizio - Fase di Gestione, Manutenzione
	Tipologia di intervento	Rilievo dello stato di fatto
Operatori coinvolti	Paternità / Responsabile	Studente Andrea Bonetti
	Codice ID Impresa Manutentrice	
	Nome Impresa Manutentrice	
	Soggetto manutentore - Responsabile impresa	
Collocazione temporale (periodo realizzazione, intervalli di operatività, interventi programmati)	Data Inizio Lavori	
	Data Fine Lavori	
	Durata lavori [gg]	
	Date Ultimi Interventi	
	Date Prossimi Interventi	
Elenco per punti dei controlli da effettuare sull'elemento costruttivo	Piano / Attività di Manutenzione	
	Note	
Livelli di sviluppo del Sistema di Classificazione degli elementi costruttivi progettato nella tesi	Raggruppatore_01	C. INTERNI
	Raggruppatore_02	C50. IMPALCATI, SOLAI INTERNI
	Raggruppatore_03	C5150. TRAVI
	Raggruppatore_04	C515070. Travetti, listelli, arcarecci, terzere
Proprietà rilevanti dell'elemento costruttivo	Aspetto	
	Colore	
	Materiali	Laterizio
	Tipologia IFC Object Type	IfcSlab
	Tipo	Solaio a camera d'aria
	Modello	Solaio STIMIP MA 34
	Nome	Travetti c.a.
Produttore	RDB, Piacenza	

Lavorazioni Quantità Stima costi	Numero Ordine Progressivo CME	
	Codice Lavorazione (E.P. o Analisi Prezzi Unitari)	
	Lavorazione	
	Descrizione lavorazione	
	Unità di Misura CME	
	Quantità CME	
	Prezzo Unitario	
Collegamenti al materiale completo disponibile sull'elemento costruttivo	Hyperlink	
	QR Code	
	Stringa #TagBIM	#CodiceIDImpresaManutenzione = ""; #Raggruppatore_01 = "C. INTERNI"; #Raggruppatore_02 = "C50. IMPALCATI, SOLAI INTERNI"; #Raggruppatore_03 = "C5150. TRAVI"; #Raggruppatore_04 = "C515070. Travetti, listelli, arcarecci, terzere"; #Materiale = "Laterizio"; #IFCObjectType = "IfcSlab"; #Tipo = "Solaio a camera d'aria"; #Nome = "Travetti c.a."; #Modello = "Solaio STIMIP MA 34"; #Produttore = "RDB, Piacenza"; #nOrdineProgressivoCME = ""; #Codice Lavorazione = ""

**Travetti SOLAIO STIMIP MA 34 – MASCHERA ATTRIBUTI SPECIFICI
(LOD G)**

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
LOG	Altezza = [cm]	33
	Larghezza / Spessore medio = [cm]	9,7
	Area sezione = [m ²]	
	Volume = [m ³]	
	Interasse travetti = [cm]	69
	Altezza solaio grezzo = [cm]	34
	Area Totale Armature [mm ²]	
	Area Armature intradosso [mm ²]	
	Area Armature estradosso [mm ²]	
	% [Area Armature / Area Sezione]	
LOI	Massa travi laterizio [kg/m ²]	
	Massa travi confezionate [kg/m ²]	
	Massa totale solaio grezzo in opera [kg/m ²]	213
	Resistenza al fuoco	
	Isolamento acustico [dB]	
	Trasmittanza termica U [W/m ² *K]	

	Conducibilità termica λ [W/m*K]	
--	---	--

Tabelle SOLAIO STIMIP MA 34 – MASCHERA ATTRIBUTI INFORMATIVI GENERALI (LOD G)

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
Obiettivi e usi	Codice Commessa	
	Disciplina	Modello strutturale
	Fase di progetto	Fase di Esercizio (Gestione, manutenzione)
	Tipologia di intervento	Rilievo dello stato di fatto
Operatori coinvolti	Paternità / Responsabile	Studente Andrea Bonetti
	Codice ID Impresa Manutentrice	
	Nome Impresa Manutentrice	
	Soggetto manutentore - Responsabile impresa	
Collocazione temporale (periodo realizzazione, intervalli di operatività, interventi programmati)	Data Inizio Lavori	
	Data Fine Lavori	
	Durata lavori [gg]	
	Date Ultimi Interventi	
	Date Prossimi Interventi	
Elenco per punti dei controlli da effettuare sull'elemento costruttivo	Piano / Attività di Manutenzione	
	Note	
Livelli di sviluppo del Sistema di Classificazione degli elementi costruttivi progettato nella tesi	Raggruppatore_01	C. INTERNI
	Raggruppatore_02	C50. IMPALCATI, SOLAI INTERNI
	Raggruppatore_03	C5040. ELEMENTI DI ALLEGGERIMENTO, CASSEFORME, CASSERI A PERDERE
	Raggruppatore_04	C504050. Tavelle
Proprietà rilevanti dell'elemento costruttivo	Aspetto	
	Colore	
	Materiali	Laterizio
	Tipologia IFC Object Type	IfcSlab
	Tipo	Solaio a camera d'aria
	Modello	Solaio STIMIP MA 34
	Nome	Tavelle intradosso
Produttore	RDB, Piacenza	
Lavorazioni Quantità	Numero Ordine Progressivo CME	

Stima costi	Codice Lavorazione (E.P. o Analisi Prezzi Unitari)	
	Lavorazione	
	Descrizione lavorazione	
	Unità di Misura CME	
	Quantità CME	
	Prezzo Unitario	
Collegamenti al materiale completo disponibile sull'elemento costruttivo	Hyperlink	
	QR Code	
	Stringa #TagBIM	#CodiceIDImpresaManutenzione = ""; #Raggruppatore_01 = "C. INTERNI"; #Raggruppatore_02 = "C50. IMPALCATI, SOLAI INTERNI"; #Raggruppatore_03 = "C5040. ELEMENTI DI ALLEGGERIMENTO, CASSEFORME, CASSERI A PERDERE"; #Raggruppatore_04 = "C504050. Tavelle"; #Materiale = "Laterizio"; #IFCObjectType = "IfcSlab"; #Tipo = "Solaio a camera d'aria"; #Nome = "Tavelle intradosso"; #Modello = "Solaio STIMIP MA 34"; #Produttore = "RDB, Piacenza"; #nOrdineProgressivoCME = ""; #Codice Lavorazione = ""

**Tavelle SOLAIO STIMIP MA 34 – MASCHERA ATTRIBUTI SPECIFICI
(LOD G)**

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
LOG	Altezza Tavelle = [cm]	3
	Larghezza Tavelle = [cm]	30
	Lunghezza Tavelle = [cm]	
	Interasse tavelle = [cm]	
	Area sezione = [m ²]	
	Volume = [m ³]	
	Altezza solaio grezzo = [cm]	34
LOI	Massa Tavelle in 1 m ² [kg]	
	Massa totale solaio grezzo in opera [kg/m ²]	213
	Resistenza al fuoco	
	Isolamento acustico [dB]	
	Trasmittanza termica U [W/m ² *K]	
	Conducibilità termica λ [W/m*K]	

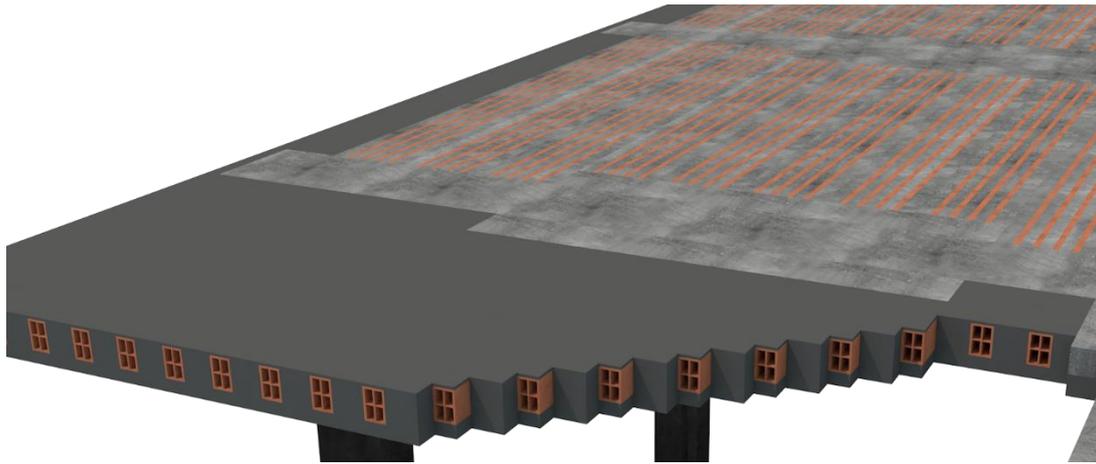
**Tavelloni SOLAIO STIMIP MA 34 – MASCHERA ATTRIBUTI INFORMATIVI
GENERALI (LOD G)**

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
Obiettivi e usi	Codice Commessa	
	Disciplina	Modello strutturale
	Fase di progetto	Stadio di Esercizio - Fase di Gestione, Manutenzione
	Tipologia di intervento	Rilievo dello stato di fatto
Operatori coinvolti	Paternità / Responsabile	Studente Andrea Bonetti
	Codice ID Impresa Manutentrice	
	Nome Impresa Manutentrice	
	Soggetto manutentore - Responsabile impresa	
Collocazione temporale (periodo realizzazione, intervalli di operatività, interventi programmati)	Data Inizio Lavori	
	Data Fine Lavori	
	Durata lavori [gg]	
	Date Ultimi Interventi	
	Date Prossimi Interventi	
Elenco per punti dei controlli da effettuare sull'elemento costruttivo	Piano / Attività di Manutenzione	
	Note	
Livelli di sviluppo del Sistema di Classificazione degli elementi costruttivi progettato nella tesi	Raggruppatore_01	C. INTERNI
	Raggruppatore_02	C50. IMPALCATI, SOLAI INTERNI
	Raggruppatore_03	C5040. ELEMENTI DI ALLEGGERIMENTO, CASSEFORME, CASSERI A PERDERE
	Raggruppatore_04	C504060. Tavelloni
Proprietà rilevanti dell'elemento costruttivo	Aspetto	
	Colore	
	Materiali	Laterizio
	Tipologia IFC Object Type	IfcSlab
	Tipo	Solaio a camera d'aria
	Modello	Solaio STIMIP MA 34
	Nome	Tavelloni estradosso
	Produttore	RDB, Piacenza
Lavorazioni Quantità Stima costi	Numero Ordine Progressivo CME	
	Codice Lavorazione (E.P. o Analisi Prezzi Unitari)	
	Lavorazione	
	Descrizione lavorazione	

	Unità di Misura CME	
	Quantità CME	
	Prezzo Unitario	
Collegamenti al materiale completo disponibile sull'elemento costruttivo	Hyperlink	
	QR Code	
	Stringa #TagBIM	#CodiceIDImpresaManutenzione = ""; #Raggruppatore_01 = "C. INTERNI"; #Raggruppatore_02 = "C50. IMPALCATI, SOLAI INTERNI"; #Raggruppatore_03 = "C5040. ELEMENTI DI ALLEGGERIMENTO, CASSEFORME, CASSERI A PERDERE"; #Raggruppatore_04 = "C504060. Tavelloni"; #Materiale = "Laterizio"; #IFCObjectType = "IfcSlab"; #Tipo = "Solaio a camera d'aria"; #Nome = "Tavelloni estradosso"; #Modello = "Solaio STIMIP MA 34"; #Produttore = "RDB, Piacenza"; #nOrdineProgressivoCME = ""; #Codice Lavorazione = ""

**Tavelloni SOLAIO STIMIP MA 34 – MASCHERA ATTRIBUTI SPECIFICI
(LOD G)**

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
LOG	Altezza Tavelloni = [cm]	5
	Larghezza Tavelloni = [cm]	18
	Lunghezza Tavelloni = [cm]	57
	Interasse tavelloni = [cm]	18
	Area sezione = [m ²]	
	Volume = [m ³]	
	Altezza solaio grezzo = [cm]	34
LOI	Massa Tavelloni in 1 m ² [kg]	
	Massa totale solaio grezzo in opera [kg/m ²]	213
	Resistenza al fuoco	
	Isolamento acustico [dB]	
	Trasmittanza termica U [W/m ² *K]	
	Conducibilità termica λ [W/m*K]	
	Tipo soletta	Mista in cotto e conglomerato cementizio armato



Travetti c.a. SOLAIO PENSILINA CIRO MENOTTI – MASCHERA ATTRIBUTI SPECIFICI (LOD G)

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
LOG	Altezza = [cm]	18
	Larghezza / Spessore medio travetti = [cm]	12
	Area sezione = [m ²]	
	Volume = [m ³]	
	Interasse travetti = [cm]	20
	Altezza solaio grezzo = [cm]	18
	Area Totale Armature [mm ²]	
	Area Armature intradosso [mm ²]	
	Area Armature estradosso [mm ²]	
	% [Area Armature / Area Sezione]	
LOI	Massa travetti [kg/ml]	
	Massa superficiale [kg/m ²]	
	Massa totale solaio grezzo in opera [kg/m ²]	
	Resistenza al fuoco	
	Isolamento acustico [dB]	
	Trasmittanza termica U [W/m ² *K]	
	Conducibilità termica λ [W/m*K]	

Blocchi forati in laterizio SOLAIO PENSILINA CIRO MENOTTI – MASCHERA ATTRIBUTI SPECIFICI (LOD G)

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
LOG	Altezza blocchi = [cm]	12
	Larghezza blocchi = [cm]	8

	Lunghezza singolo blocco = [cm]	
	Area sezione = [m ²]	
	Volume = [m ³]	
	Interasse blocchi = [cm]	20
	Altezza solaio grezzo = [cm]	18
LOI	Massa blocchi [kg]	
	Massa superficiale [kg/m ²]	
	Massa totale solaio grezzo in opera [kg/m ²]	
	Resistenza al fuoco	
	Isolamento acustico [dB]	
	Trasmittanza termica U [W/m ² *K]	
	Conducibilità termica λ [W/m*K]	

STRATO IN MATTONI PIENI, PARETE PERIMETRALE 15 cm – MASCHERA
ATTRIBUTI INFORMATIVI GENERALI (LOD G)

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
Obiettivi e usi	Codice Commessa	
	Disciplina	Modello architettonico delle facciate
	Fase di progetto	Stadio di Esercizio - Fase di Gestione, Manutenzione
	Tipologia di intervento	Rilievo dello stato di fatto
Operatori coinvolti	Paternità / Responsabile	Studente Andrea Bonetti
	Codice ID Impresa Manutentrice	
	Nome Impresa Manutentrice	
	Soggetto manutentore - Responsabile impresa	
Collocazione temporale (periodo realizzazione, intervalli di operatività, interventi programmati)	Data Inizio Lavori	
	Data Fine Lavori	
	Durata lavori [gg]	
	Date Ultimi Interventi	
Elenco per punti dei controlli da effettuare sull'elemento costruttivo	Piano / Attività di Manutenzione	
	Note	
Livelli di sviluppo del Sistema di Classificazione degli elementi costruttivi progettato nella tesi	Raggruppatore_01	B. INVOLUCRO, ESTERNI
	Raggruppatore_02	B60. CHIUSURE ESTERNE
	Raggruppatore_03	B6010. PARETI DIVISORIE, PARETI DI TAMPONAMENTO
	Raggruppatore_04	B601040. Pareti in mattoni pieni
Proprietà rilevanti dell'elemento costruttivo	Aspetto	
	Colore	
	Materiali	Laterizio e malta
	Tipologia IFC Object Type	lfcWall
	Tipo	Mattoni pieni 15 cm - Peso 240 kg*m
	Modello	
	Nome	Parete in mattoni pieni
Lavorazioni Quantità Stima costi	Numero Ordine Progressivo CME	
	Codice Lavorazione (E.P. o Analisi Prezzi Unitari)	
	Lavorazione	
	Descrizione lavorazione	
	Unità di Misura CME	

	Quantità CME	
	Prezzo Unitario	
Collegamenti al materiale completo disponibile sull'elemento costruttivo	Hyperlink	
	QR Code	
	Stringa #TagBIM	#CodiceIDImpresaManutenzione = ""; #Raggruppatore_01 = "B. INVOLUCRO, ESTERNI"; #Raggruppatore_02 = "B60. CHIUSURE ESTERNE"; #Raggruppatore_03 = "B6010. PARETI DIVISORIE, PARETI DI TAMPONAMENTO"; #Raggruppatore_04 = "B601040. Pareti in mattoni pieni"; #Materiale = "Laterizio e malta"; #IFCObjectType = "IfcWall"; #Tipo = "Mattoni pieni 15 cm - Peso 240 kg*m"; #Nome = "Parete in mattoni pieni"; #Produttore = ""; #nOrdineProgressivoCME = ""; #Codice Lavorazione = ""

STRATO IN MATTONI PIENI, PARETE PERIMETRALE 15 cm – MASCHERA
ATTRIBUTI SPECIFICI (LOD G)

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
LOG	Altezza = [cm] = $1 \cdot 10^{-2}$ [m]	
	Larghezza = [cm] = $1 \cdot 10^{-2}$ [m]	
	Superficie = [m ²]	
	Volume = [m ³]	
LOI	Massa lineare [kg/ml]	
	Massa superficiale [kg/m ²]	
	Peso lineare Qk [kN/m]	
	Peso superficiale [kN/m ²]	
	Peso specifico [kN/m ³]	
	Sfasamento [ore]	
	Resistenza al fuoco	
	Isolamento acustico [dB]	
	Trasmittanza termica U [W/m ² *K]	
	Conducibilità termica λ [W/m*K]	
	Foratura [%]	

**STRATO IN MATTONI FORATI, PARETE PERIMETRALE 15 cm –
MASCHERA ATTRIBUTI INFORMATIVI GENERALI (LOD G)**

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
Obiettivi e usi	Codice Commessa	
	Disciplina	Modello architettonico delle facciate
	Fase di progetto	Stadio di Esercizio - Fase di Gestione, Manutenzione
	Tipologia di intervento	Rilievo dello stato di fatto
Operatori coinvolti	Paternità / Responsabile	Studente Andrea Bonetti
	Codice ID Impresa Manutentrice	
	Nome Impresa Manutentrice	
	Soggetto manutentore - Responsabile impresa	
Collocazione temporale (periodo realizzazione, intervalli di operatività, interventi programmati)	Data Inizio Lavori	
	Data Fine Lavori	
	Durata lavori [gg]	
	Date Ultimi Interventi	
	Date Prossimi Interventi	
Elenco per punti dei controlli da effettuare sull'elemento costruttivo	Piano / Attività di Manutenzione	
	Note	
Livelli di sviluppo del Sistema di Classificazione degli elementi costruttivi progettato nella tesi	Raggruppatore_01	B. INVOLUCRO, ESTERNI
	Raggruppatore_02	B60. CHIUSURE ESTERNE
	Raggruppatore_03	B6010. PARETI DIVISORIE, PARETI DI TAMPONAMENTO
	Raggruppatore_04	B601050. Pareti in mattoni forati
Proprietà rilevanti dell'elemento costruttivo	Aspetto	
	Colore	
	Materiali	Laterizio e malta
	Tipologia IFC Object Type	lfcWall
	Tipo	Mattoni forati 15 cm - Peso 160 kg*m
	Modello	
	Nome	Parete in mattoni forati
	Produttore	
Lavorazioni Quantità Stima costi	Numero Ordine Progressivo CME	
	Codice Lavorazione (E.P. o Analisi Prezzi Unitari)	
	Lavorazione	
	Descrizione lavorazione	
	Unità di Misura CME	

	Quantità CME	
	Prezzo Unitario	
Collegamenti al materiale completo disponibile sull'elemento costruttivo	Hyperlink	
	QR Code	
	Stringa #TagBIM	#CodiceIDImpresaManutenzione = ""; #Raggruppatore_01 = "B. INVOLUCRO, ESTERNI"; #Raggruppatore_02 = "B60. CHIUSURE ESTERNE"; #Raggruppatore_03 = "B6010. PARETI DIVISORIE, PARETI DI TAMPONAMENTO"; #Raggruppatore_04 = "B601050. Pareti in mattoni forati"; #Materiale = "Laterizio e malta"; #IFCObjectType = "IfcWall"; #Tipo = "Mattoni forati 15 cm - Peso 160 kg*m"; #Nome = "Parete in mattoni forati"; #Produttore = ""; #nOrdineProgressivoCME = ""; #Codice Lavorazione = ""

**STRATO INTERCAPEDINE D'ARIA, PARETE PERIMETRALE 15 cm –
MASCHERA ATTRIBUTI INFORMATIVI GENERALI (LOD G)**

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
Obiettivi e usi	Codice Commessa	
	Disciplina	Modello architettonico delle facciate
	Fase di progetto	Stadio di Esercizio - Fase di Gestione, Manutenzione
	Tipologia di intervento	Rilievo dello stato di fatto
Operatori coinvolti	Paternità / Responsabile	Studente Andrea Bonetti
	Codice ID Impresa Manutentrice	
	Nome Impresa Manutentrice	
	Soggetto manutentore - Responsabile impresa	
Collocazione temporale (periodo realizzazione, intervalli di operatività, interventi programmati)	Data Inizio Lavori	
	Data Fine Lavori	
	Durata lavori [gg]	
	Date Ultimi Interventi	
	Date Prossimi Interventi	
Elenco per punti dei controlli da effettuare	Piano / Attività di Manutenzione	
	Note	

sull'elemento costruttivo		
Livelli di sviluppo del Sistema di Classificazione degli elementi costruttivi progettato nella tesi	Raggruppatore_01	B. INVOLUCRO, ESTERNI
	Raggruppatore_02	B60. CHIUSURE ESTERNE
	Raggruppatore_03	B6010. PARETI DIVISORIE, PARETI DI TAMPONAMENTO
	Raggruppatore_04	B601110. Intercapedine d'aria
Proprietà rilevanti dell'elemento costruttivo	Aspetto	
	Colore	
	Materiali	Aria
	Tipologia IFC Object Type	IfcWall
	Tipo	
	Modello	
	Nome	Intercapedine d'aria
	Produttore	
Lavorazioni Quantità Stima costi	Numero Ordine Progressivo CME	
	Codice Lavorazione (E.P. o Analisi Prezzi Unitari)	
	Lavorazione	
	Descrizione lavorazione	
	Unità di Misura CME	
	Quantità CME	
	Prezzo Unitario	
Collegamenti al materiale completo disponibile sull'elemento costruttivo	Hyperlink	
	QR Code	
	Stringa #TagBIM	#CodiceIDImpresaManutenzione = ""; #Raggruppatore_01 = "B. INVOLUCRO, ESTERNI"; #Raggruppatore_02 = "B60. CHIUSURE ESTERNE"; #Raggruppatore_03 = "B6010. PARETI DIVISORIE, PARETI DI TAMPONAMENTO"; #Raggruppatore_04 = " B601110. Intercapedine d'aria"; #Materiale = "Aria"; #IFCObjectType = "IfcWall"; #Tipo = ""; #Nome = "Intercapedine d'aria"; #Produttore = ""; #nOrdineProgressivoCME = ""; #Codice Lavorazione = ""

**INFERRIATE FINESTRA – MASCHERA ATTRIBUTI INFORMATIVI
GENERALI (LOD G)**

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
Obiettivi e usi	Codice Commessa	
	Disciplina	Modello architettonico delle facciate
	Fase di progetto	Stadio di Esercizio - Fase di Gestione, Manutenzione
	Tipologia di intervento	Rilievo dello stato di fatto
Operatori coinvolti	Paternità / Responsabile	Studente Andrea Bonetti
	Codice ID Impresa Manutentrice	
	Nome Impresa Manutentrice	
	Soggetto manutentore - Responsabile impresa	
Collocazione temporale (periodo realizzazione, intervalli di operatività, interventi programmati)	Data Inizio Lavori	
	Data Fine Lavori	
	Durata lavori [gg]	
	Date Ultimi Interventi	
	Date Prossimi Interventi	
Elenco per punti dei controlli da effettuare sull'elemento costruttivo	Piano / Attività di Manutenzione	
	Note	
Livelli di sviluppo del Sistema di Classificazione degli elementi costruttivi progettato nella tesi	Raggruppatore_01	B. INVOLUCRO, ESTERNI
	Raggruppatore_02	B70. INFISSI E SERRAMENTI ESTERNI
	Raggruppatore_03	B7010. FINESTRE
	Raggruppatore_04	B701180. Inferriate
Proprietà rilevanti dell'elemento costruttivo	Aspetto	
	Colore	
	Materiali	Metallo
	Tipologia IFC Object Type	IfcWindow
	Tipo	Inferriate finestra
	Modello	
	Nome	Inferriate finestra
Produttore		
Lavorazioni Quantità Stima costi	Numero Ordine Progressivo CME	
	Codice Lavorazione (E.P. o Analisi Prezzi Unitari)	
	Lavorazione	
	Descrizione lavorazione	
	Unità di Misura CME	
	Quantità CME	

	Prezzo Unitario	
Collegamenti al materiale completo disponibile sull'elemento costruttivo	Hyperlink	
	QR Code	
	Stringa #TagBIM	#CodiceIDImpresaManutenzione = ""; #Raggruppatore_01 = "B. INVOLUCRO, ESTERNI"; #Raggruppatore_02 = "B70. INFISSI E SERRAMENTI ESTERNI"; #Raggruppatore_03 = "B7010. FINESTRE"; #Raggruppatore_04 = "B701180. Inferriate"; #Materiale = "Inferriate finestra"; #IFCObjectType = "IfcWindow"; #Tipo = "Inferriate finestra"; #Nome = "Inferriate finestra"; #Produttore = ""; #nOrdineProgressivoCME = ""; #Codice Lavorazione = ""

INFERRIATE FINESTRA – MASCHERA ATTRIBUTI SPECIFICI (LOD G)

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
LOG	Altezza = [cm]	137
	Spessore / Larghezza = [cm]	4
	Lunghezza = [cm]	253
	Area sezione = [m ²]	
	Volume = [m ³]	
LOI	Densità ρ [kg/m ³]	
	Massa lineare [kg/ml]	
	Massa [kg] / elemento	
	Massa superficiale [kg/m ²]	
	Numero elementi / m ²	
	Aspetto Superficiale	
	Bordo	
	Finitura	
Resistenza al fuoco		

**BANCALE FINESTRA – MASCHERA ATTRIBUTI INFORMATIVI GENERALI
(LOD G)**

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
Obiettivi e usi	Codice Commessa	
	Disciplina	Modello architettonico delle facciate
	Fase di progetto	Stadio di Esercizio - Fase di Gestione, Manutenzione
	Tipologia di intervento	Rilievo dello stato di fatto
Operatori coinvolti	Paternità / Responsabile	Studente Andrea Bonetti
	Codice ID Impresa Manutentrice	
	Nome Impresa Manutentrice	
	Soggetto manutentore - Responsabile impresa	
Collocazione temporale (periodo realizzazione, intervalli di operatività, interventi programmati)	Data Inizio Lavori	
	Data Fine Lavori	
	Durata lavori [gg]	
	Date Ultimi Interventi	
	Date Prossimi Interventi	
Elenco per punti dei controlli da effettuare sull'elemento costruttivo	Piano / Attività di Manutenzione	
	Note	
Livelli di sviluppo del Sistema di Classificazione degli elementi costruttivi progettato nella tesi	Raggruppatore_01	B. INVOLUCRO, ESTERNI
	Raggruppatore_02	B70. INFISSI E SERRAMENTI ESTERNI
	Raggruppatore_03	B7010. FINESTRE
	Raggruppatore_04	B701170. Soglie, bancali, davanzali
Proprietà rilevanti dell'elemento costruttivo	Aspetto	
	Colore	
	Materiali	Pietra naturale
	Tipologia IFC Object Type	IfcCovering
	Tipo	Bancale finestra
	Modello	
	Nome	Bancale finestra
	Produttore	
Lavorazioni Quantità Stima costi	Numero Ordine Progressivo CME	
	Codice Lavorazione (E.P. o Analisi Prezzi Unitari)	
	Lavorazione	
	Descrizione lavorazione	
	Unità di Misura CME	

	Quantità CME	
	Prezzo Unitario	
Collegamenti al materiale completo disponibile sull'elemento costruttivo	Hyperlink	
	QR Code	
	Stringa #TagBIM	#CodiceIDImpresaManutenzione = ""; #Raggruppatore_01 = "B. INVOLUCRO, ESTERNI"; #Raggruppatore_02 = "B70. INFISSI E SERRAMENTI ESTERNI"; #Raggruppatore_03 = "B7010. FINESTRE"; #Raggruppatore_04 = "B701170. Soglie, bancali, davanzali"; #Materiale = "Pietra naturale"; #IFCObjectType = "IfcCovering"; #Tipo = "Bancale finestra"; #Nome = "Bancale finestra"; #Produttore = ""; #nOrdineProgressivoCME = ""; #Codice Lavorazione = ""

BANCALE FINESTRA – MASCHERA ATTRIBUTI SPECIFICI (LOD G)

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
LOG	Altezza = [cm]	3
	Larghezza = [cm]	59
	Lunghezza = [cm]	253
	Area sezione = [m ²]	
	Volume = [m ³]	
LOI	Densità ρ [kg/m ³]	
	Massa lineare [kg/ml]	
	Massa [kg] / elemento	
	Massa superficiale [kg/m ²]	
	Numero elementi / m ²	
	Aspetto Superficiale	
	Bordo	
	Finitura	
	Resistenza al fuoco	
	Isolamento acustico [dB]	
	Trasmittanza termica U [W/m ² *K]	
	Conducibilità termica λ [W/m*K]	

**CORNICE DI RIVESTIMENTO FINESTRA – MASCHERA ATTRIBUTI
INFORMATIVI GENERALI (LOD G)**

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
Obiettivi e usi	Codice Commessa	
	Disciplina	Modello architettonico delle facciate
	Fase di progetto	Stadio di Esercizio - Fase di Gestione, Manutenzione
	Tipologia di intervento	Rilievo dello stato di fatto
Operatori coinvolti	Paternità / Responsabile	Studente Andrea Bonetti
	Codice ID Impresa Manutentrice	
	Nome Impresa Manutentrice	
	Soggetto manutentore - Responsabile impresa	
Collocazione temporale (periodo realizzazione, intervalli di operatività, interventi programmati)	Data Inizio Lavori	
	Data Fine Lavori	
	Durata lavori [gg]	
	Date Ultimi Interventi	
	Date Prossimi Interventi	
Elenco per punti dei controlli da effettuare sull'elemento costruttivo	Piano / Attività di Manutenzione	
	Note	
Livelli di sviluppo del Sistema di Classificazione degli elementi costruttivi progettato nella tesi	Raggruppatore_01	B. INVOLUCRO, ESTERNI
	Raggruppatore_02	B70. INFISSI E SERRAMENTI ESTERNI
	Raggruppatore_03	B7010. FINESTRE
	Raggruppatore_04	B701160. Telai, stipiti, cornici
Proprietà rilevanti dell'elemento costruttivo	Aspetto	
	Colore	
	Materiali	Pietra naturale
	Tipologia IFC Object Type	IfcCovering
	Tipo	Cornice di rivestimento in pietra naturale
	Modello	
	Nome	Cornice di rivestimento finestra
	Produttore	
Lavorazioni Quantità Stima costi	Numero Ordine Progressivo CME	
	Codice Lavorazione (E.P. o Analisi Prezzi Unitari)	
	Lavorazione	
	Descrizione lavorazione	
	Unità di Misura CME	

	Quantità CME	
	Prezzo Unitario	
Collegamenti al materiale completo disponibile sull'elemento costruttivo	Hyperlink	
	QR Code	
	Stringa #TagBIM	#CodiceIDImpresaManutenzione = ""; #Raggruppatore_01 = "B. INVOLUCRO, ESTERNI"; #Raggruppatore_02 = "B70. INFISSI E SERRAMENTI ESTERNI"; #Raggruppatore_03 = "B7010. FINESTRE"; #Raggruppatore_04 = "B701160. Telai, stipiti, cornici"; #Materiale = "Pietra naturale"; #IFCObjectType = "IfcCovering"; #Tipo = "Cornice di rivestimento in pietra naturale"; #Nome = "Cornice di rivestimento finestra"; #Produttore = ""; #nOrdineProgressivoCME = ""; #Codice Lavorazione = ""

CORNICE DI RIVESTIMENTO FINESTRA – MASCHERA ATTRIBUTI SPECIFICI (LOD G)

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
LOG	Spessore = [cm]	3
	Larghezza = [cm]	34
	Lunghezza = [cm]	143
	Area sezione = [m ²]	
	Volume = [m ³]	
LOI	Densità ρ [kg/m ³]	
	Massa lineare [kg/ml]	
	Massa [kg] / elemento	
	Massa superficiale [kg/m ²]	
	Numero elementi / m ²	
	Aspetto Superficiale	
	Bordo	
	Finitura	
	Resistenza al fuoco	
	Isolamento acustico [dB]	
	Trasmittanza termica U [W/m ² *K]	
	Conducibilità termica λ [W/m*K]	

**FINESTRA A 4 ANTE 253 x 137 cm – MASCHERA ATTRIBUTI
INFORMATIVI GENERALI (LOD G)**

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
Obiettivi e usi	Codice Commessa	
	Disciplina	Modello architettonico delle facciate
	Fase di progetto	Stadio di Esercizio - Fase di Gestione, Manutenzione
	Tipologia di intervento	Rilievo dello stato di fatto
Operatori coinvolti	Paternità / Responsabile	Studente Andrea Bonetti
	Codice ID Impresa Manutentrice	
	Nome Impresa Manutentrice	
	Soggetto manutentore - Responsabile impresa	
Collocazione temporale (periodo realizzazione, intervalli di operatività, interventi programmati)	Data Inizio Lavori	
	Data Fine Lavori	
	Durata lavori [gg]	
	Date Ultimi Interventi	
	Date Prossimi Interventi	
Elenco per punti dei controlli da effettuare sull'elemento costruttivo	Piano / Attività di Manutenzione	
	Note	
Livelli di sviluppo del Sistema di Classificazione degli elementi costruttivi progettato nella tesi	Raggruppatore_01	B. INVOLUCRO, ESTERNI
	Raggruppatore_02	B70. INFISSI E SERRAMENTI ESTERNI
	Raggruppatore_03	B7010. FINESTRE
	Raggruppatore_04	B701040. Finestre a battente e a ribalta
Proprietà rilevanti dell'elemento costruttivo	Aspetto	
	Colore	
	Materiali	Metallo, vetro
	Tipologia IFC Object Type	IfcWindow
	Tipo	Finestra a nastro con 2 ante fisse e 2 ante a battente
	Modello	
	Nome	Finestra a 4 ante 253 x 137 cm
	Produttore	
Lavorazioni Quantità Stima costi	Numero Ordine Progressivo CME	
	Codice Lavorazione (E.P. o Analisi Prezzi Unitari)	
	Lavorazione	
	Descrizione lavorazione	

	Unità di Misura CME	
	Quantità CME	
	Prezzo Unitario	
Collegamenti al materiale completo disponibile sull'elemento costruttivo	Hyperlink	
	QR Code	
	Stringa #TagBIM	#CodiceIDImpresaManutenzione = ""; #Raggruppatore_01 = "B. INVOLUCRO, ESTERNI"; #Raggruppatore_02 = "B70. INFISSI E SERRAMENTI ESTERNI"; #Raggruppatore_03 = "B7010. FINESTRE"; #Raggruppatore_04 = "B701040. Finestre a battente e a ribalta"; #Materiale = "Metallo, vetro"; #IFCObjectType = "IfcWindow"; #Tipo = "Finestra a nastro con 2 ante fisse e 2 ante a battente"; #Nome = "Finestra a 4 ante 253 x 137 cm"; #Produttore = ""; #nOrdineProgressivoCME = ""; #Codice Lavorazione = ""

**FINESTRA A 4 ANTE 253 x 137 cm – MASCHERA ATTRIBUTI SPECIFICI
(LOD G)**

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
LOG	Altezza = [cm]	137
	Profondità del telaio / Larghezza = [cm]	4,5
	Lunghezza = [cm]	253
	Area sezione = [m ²]	
	Volume = [m ³]	
	Dimensioni apertura lorda [lungh*largh*alt] [cm]	
	Dimensioni apertura netta [lungh*largh*alt] [cm]	
	Superficie telaio [m ²]	
	Superficie vetrata [m ²]	
LOI	Conducibilità termica telaio λ_w [W/m*K]	
	Conducibilità termica vetrata λ_g [W/m*K]	
	Massa lineare [kg/ml]	
	Massa superficiale [kg/m ²]	
	Classe di Sicurezza	
	Ferramenta	
	Quantità e Tipologie di aperture	
	Quantità e Tipologie di ante	
	Quantità e Tipologie di vetri	
Trasmittanza termica finestra U_f [W/m ² *K]		

	Conducibilità termica finestra λ_f [W/m ² K]	
	Isolamento acustico [dB]	
	Numero di elementi / m ²	
	Resistenza al fuoco	
	Isolamento acustico [dB]	

PORTA ACCESSO CARRABILE SCORREVOLE – MASCHERA ATTRIBUTI INFORMATIVI GENERALI (LOD G)

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
Obiettivi e usi	Codice Commessa	
	Disciplina	Modello architettonico delle facciate
	Fase di progetto	Stadio di Esercizio - Fase di Gestione, Manutenzione
	Tipologia di intervento	Rilievo dello stato di fatto
Operatori coinvolti	Paternità / Responsabile	Studente Andrea Bonetti
	Codice ID Impresa Manutentrice	
	Nome Impresa Manutentrice	
	Soggetto manutentore - Responsabile impresa	
Collocazione temporale (periodo realizzazione, intervalli di operatività, interventi programmati)	Data Inizio Lavori	
	Data Fine Lavori	
	Durata lavori [gg]	
	Date Ultimi Interventi	
	Date Prossimi Interventi	
Elenco per punti dei controlli da effettuare sull'elemento costruttivo	Piano / Attività di Manutenzione	
	Note	Scorrimento porta gestito da un motore elettrico comandato a distanza
Livelli di sviluppo del Sistema di Classificazione degli elementi costruttivi progettato nella tesi	Raggruppatore_01	B. INVOLUCRO, ESTERNI
	Raggruppatore_02	B70. INFISSI E SERRAMENTI ESTERNI
	Raggruppatore_03	B7020. PORTE, PORTE-FINESTRE, PORTONI
	Raggruppatore_04	B702060. Porte scorrevoli
Proprietà rilevanti dell'elemento costruttivo	Aspetto	
	Colore	
	Materiali	Metallo, vetro
	Tipologia IFC Object Type	lfcWindow
	Tipo	Porta accesso carrabile ad 1 anta scorrevole
	Modello	
	Nome	Porta accesso carrabile

	Produttore	
Lavorazioni Quantità Stima costi	Numero Ordine Progressivo CME	
	Codice Lavorazione (E.P. o Analisi Prezzi Unitari)	
	Lavorazione	
	Descrizione lavorazione	
	Unità di Misura CME	
	Quantità CME	
	Prezzo Unitario	
Collegamenti al materiale completo disponibile sull'elemento costruttivo	Hyperlink	
	QR Code	
	Stringa #TagBIM	#CodiceIDImpresaManutenzione = ""; #Raggruppatore_01 = "B. INVOLUCRO, ESTERNI"; #Raggruppatore_02 = "B70. INFISSI E SERRAMENTI ESTERNI"; #Raggruppatore_03 = " B7020. PORTE, PORTE-FINESTRE, PORTONI"; #Raggruppatore_04 = " B702060. Porte scorrevoli"; #Materiale = "Metallo, vetro"; #IFCObjectType = "IfcWindow"; #Tipo = "Porta accesso carrabile ad 1 anta scorrevole"; #Nome = "Porta accesso carrabile"; #Produttore = ""; #nOrdineProgressivoCME = ""; #Codice Lavorazione = ""

PORTA ACCESSO CARRABILE SCORREVOLE – MASCHERA ATTRIBUTI SPECIFICI (LOD G)

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
LOG	Altezza = [cm]	415
	Profondità del telaio / Larghezza = [cm]	7
	Lunghezza = [cm]	345
	Area sezione = [m ²]	
	Volume = [m ³]	
	Dimensioni apertura lorda [lungh*largh*alt] [cm]	
	Dimensioni apertura netta [lungh*largh*alt] [cm]	
	Superficie telaio [m ²]	
	Superficie vetrata [m ²]	
LOI	Conducibilità termica telaio λ_w [W/m*K]	
	Conducibilità termica vetrata λ_g [W/m*K]	
	Massa lineare [kg/ml]	

	Massa superficiale [kg/m ²]	
	Classe di Sicurezza	
	Ferramenta	
	Quantità e Tipologie di aperture	
	Quantità e Tipologie di ante	
	Quantità e Tipologie di vetri	
	Trasmittanza termica finestra Uf [W/m ² *K]	
	Conducibilità termica finestra λf [W/m*K]	
	Isolamento acustico [dB]	
	Numero di elementi / m ²	
	Resistenza al fuoco	
	Isolamento acustico [dB]	

FACCIATA CONTINUA PORTICO BLOCCO 1 – MASCHERA ATTRIBUTI INFORMATIVI GENERALI (LOD G)

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
Obiettivi e usi	Codice Commessa	
	Disciplina	Modello architettonico delle facciate
	Fase di progetto	Stadio di Esercizio - Fase di Gestione, Manutenzione
	Tipologia di intervento	Rilievo dello stato di fatto
Operatori coinvolti	Paternità / Responsabile	Studente Andrea Bonetti
	Codice ID Impresa Manutentrice	
	Nome Impresa Manutentrice	
	Soggetto manutentore - Responsabile impresa	
Collocazione temporale (periodo realizzazione, intervalli di operatività, interventi programmati)	Data Inizio Lavori	
	Data Fine Lavori	
	Durata lavori [gg]	
	Date Ultimi Interventi	
	Date Prossimi Interventi	
Elenco per punti dei controlli da effettuare sull'elemento costruttivo	Piano / Attività di Manutenzione	
	Note	
Livelli di sviluppo del Sistema di Classificazione degli elementi costruttivi progettato nella tesi	Raggruppatore_01	B. INVOLUCRO, ESTERNI
	Raggruppatore_02	B70. INFISSI E SERRAMENTI ESTERNI
	Raggruppatore_03	B7030. FACCIATE CONTINUE, VETRATE, VETRINE
	Raggruppatore_04	
	Aspetto	

Proprietà rilevanti dell'elemento costruttivo	Colore	
	Materiali	Metallo, vetro
	Tipologia IFC Object Type	IfcWindow
	Tipo	Facciata continua a montanti e traversi con porta accesso pedonale
	Modello	
	Nome	Facciata continua con porta
	Produttore	
Lavorazioni Quantità Stima costi	Numero Ordine Progressivo CME	
	Codice Lavorazione (E.P. o Analisi Prezzi Unitari)	
	Lavorazione	
	Descrizione lavorazione	
	Unità di Misura CME	
	Quantità CME	
	Prezzo Unitario	
Collegamenti al materiale completo disponibile sull'elemento costruttivo	Hyperlink	
	QR Code	
	Stringa #TagBIM	#CodiceIDImpresaManutenzione = ""; #Raggruppatore_01 = "B. INVOLUCRO, ESTERNI"; #Raggruppatore_02 = "B70. INFISSI E SERRAMENTI ESTERNI"; #Raggruppatore_03 = "B7030. FACCIATE CONTINUE, VETRATE, VETRINE"; #Raggruppatore_04 = ""; #Materiale = "Metallo, vetro"; #IFCObjectType = "IfcWindow"; #Tipo = "Porta accesso carrabile ad 1 anta scorrevole"; #Nome = "Porta accesso carrabile"; #Produttore = ""; #nOrdineProgressivoCME = ""; #Codice Lavorazione = ""

FACCIATA CONTINUA PORTICO BLOCCO 1 – MASCHERA ATTRIBUTI SPECIFICI (LOD G)

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
LOG	Altezza = [cm]	590
	Profondità del telaio / Larghezza = [cm]	5
	Lunghezza = [cm]	560
	Area sezione = [m ²]	
	Volume = [m ³]	
	Dimensioni apertura lorda [lungh*largh*alt] [cm]	

	Dimensioni apertura netta [lunghezza*larghezza*altezza] [cm]	
	Superficie telaio [m ²]	
	Superficie vetrata [m ²]	
LOI	Conducibilità termica telaio λ_w [W/m*K]	
	Conducibilità termica vetrata λ_g [W/m*K]	
	Massa lineare [kg/ml]	
	Massa superficiale [kg/m ²]	
	Classe di Sicurezza	
	Ferramenta	
	Quantità e Tipologie di aperture	
	Quantità e Tipologie di ante	
	Quantità e Tipologie di vetri	
	Trasmittanza termica finestra U_f [W/m ² *K]	
	Conducibilità termica finestra λ_f [W/m*K]	
	Isolamento acustico [dB]	
	Numero di elementi / m ²	
	Resistenza al fuoco	
Isolamento acustico [dB]		

**PANNELLO RIVESTIMENTO PATTERN MATTONE 56.5x139 cm –
MASCHERA ATTRIBUTI INFORMATIVI GENERALI (LOD G)**

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
Obiettivi e usi	Codice Commessa	
	Disciplina	Modello architettonico delle facciate
	Fase di progetto	Stadio di Esercizio - Fase di Gestione, Manutenzione
	Tipologia di intervento	Rilievo dello stato di fatto
Operatori coinvolti	Paternità / Responsabile	Studente Andrea Bonetti
	Codice ID Impresa Manutentrice	
	Nome Impresa Manutentrice	
	Soggetto manutentore - Responsabile impresa	
Collocazione temporale (periodo realizzazione, intervalli di operatività, interventi programmati)	Data Inizio Lavori	
	Data Fine Lavori	
	Durata lavori [gg]	
	Date Ultimi Interventi	
	Date Prossimi Interventi	

Elenco per punti dei controlli da effettuare sull'elemento costruttivo	Piano / Attività di Manutenzione	
	Note	Pannello di rivestimento di parete con pattern a mattoni 21.5x45 cm
Livelli di sviluppo del Sistema di Classificazione degli elementi costruttivi progettato nella tesi	Raggruppatore_01	B. INVOLUCRO, ESTERNI
	Raggruppatore_02	B90. FINITURE ESTERNE
	Raggruppatore_03	B010. FINITURE PARETI, PILASTRI, COLONNE
	Raggruppatore_04	B901030. Rivestimenti
Proprietà rilevanti dell'elemento costruttivo	Aspetto	
	Colore	
	Materiali	Laterizio e malta
	Tipologia IFC Object Type	lfcCovering
	Tipo	Pannello con pattern a mattone
	Modello	
	Nome	Pannello rivestim. 56.5x139x3 cm
Lavorazioni Quantità Stima costi	Prodotto	
	Numero Ordine Progressivo CME	
	Codice Lavorazione (E.P. o Analisi Prezzi Unitari)	
	Lavorazione	
	Descrizione lavorazione	
	Unità di Misura CME	
	Quantità CME	
Collegamenti al materiale completo disponibile sull'elemento costruttivo	Prezzo Unitario	
	Hyperlink	
	QR Code	
	Stringa #TagBIM	#CodiceIDImpresaManutenzione = ""; #Raggruppatore_01 = "B. INVOLUCRO, ESTERNI"; #Raggruppatore_02 = "B90. FINITURE ESTERNE"; #Raggruppatore_03 = "B010. FINITURE PARETI, PILASTRI, COLONNE"; #Raggruppatore_04 = "B901030. Rivestimenti"; #Materiale = "Laterizio e malta"; #IFCObjectType = "lfcCovering"; #Tipo = "Pannello con pattern a mattone"; #Nome = "Pannello rivestim. 56.5x139 cm"; #Prodotto = ""; #nOrdineProgressivoCME = ""; #Codice Lavorazione = ""

PANNELLO RIVESTIMENTO PATTERN MATTONE – MASCHERA
ATTRIBUTI SPECIFICI (LOD G)

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
LOG	Altezza = [cm] = $1 \cdot 10^{-2}$ [m]	
	Larghezza = [cm] = $1 \cdot 10^{-2}$ [m]	
	Lunghezza = [cm] = $1 \cdot 10^{-2}$ [m]	
	Area sezione = [m ²]	
	Volume = [m ³]	
LOI	Densità ρ [kg/m ³]	
	Massa lineare [kg/ml]	
	Massa [kg] / elemento	
	Massa superficiale [kg/m ²]	
	Numero elementi / m ²	
	Aspetto Superficiale	
	Bordo	
	Finitura	
	Resistenza al fuoco	
	Isolamento acustico [dB]	
	Trasmittanza termica U [W/m ² *K]	
	Conducibilità termica λ [W/m*K]	

PANNELLO RIVESTIMENTO PATTERN MATTONE 68x24 cm – MASCHERA
ATTRIBUTI INFORMATIVI GENERALI (LOD G)

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
Obiettivi e usi	Codice Commessa	
	Disciplina	Modello architettonico delle facciate
	Fase di progetto	Stadio di Esercizio - Fase di Gestione, Manutenzione
	Tipologia di intervento	Rilievo dello stato di fatto
Operatori coinvolti	Paternità / Responsabile	Studente Andrea Bonetti
	Codice ID Impresa Manutentrice	
	Nome Impresa Manutentrice	
	Soggetto manutentore - Responsabile impresa	
Collocazione temporale (periodo realizzazione,	Data Inizio Lavori	
	Data Fine Lavori	
	Durata lavori [gg]	
	Date Ultimi Interventi	
	Date Prossimi Interventi	

intervalli di operatività, interventi programmati)		
Elenco per punti dei controlli da effettuare sull'elemento costruttivo	Piano / Attività di Manutenzione	
	Note	Pannello di rivestimento di parete con pattern a mattoni 21.5x32,5 cm
Livelli di sviluppo del Sistema di Classificazione degli elementi costruttivi progettato nella tesi	Raggruppatore_01	B. INVOLUCRO, ESTERNI
	Raggruppatore_02	B90. FINITURE ESTERNE
	Raggruppatore_03	B010. FINITURE PARETI, PILASTRI, COLONNE
	Raggruppatore_04	B901030. Rivestimenti
Proprietà rilevanti dell'elemento costruttivo	Aspetto	
	Colore	
	Materiali	Laterizio e malta
	Tipologia IFC Object Type	IfcCovering
	Tipo	Pannello con pattern a mattone
	Modello	
	Nome	Pannello rivestim. 68x24,5x3 cm
	Produttore	
Lavorazioni Quantità Stima costi	Numero Ordine Progressivo CME	
	Codice Lavorazione (E.P. o Analisi Prezzi Unitari)	
	Lavorazione	
	Descrizione lavorazione	
	Unità di Misura CME	
	Quantità CME	
	Prezzo Unitario	
Collegamenti al materiale completo disponibile sull'elemento costruttivo	Hyperlink	
	QR Code	
	Stringa #TagBIM	#CodiceIDImpresaManutenzione = ""; #Raggruppatore_01 = "B. INVOLUCRO, ESTERNI"; #Raggruppatore_02 = "B90. FINITURE ESTERNE"; #Raggruppatore_03 = "B010. FINITURE PARETI, PILASTRI, COLONNE"; #Raggruppatore_04 = "B901030. Rivestimenti"; #Materiale = "Laterizio e malta"; #IFCObjectType = "IfcWall"; #Tipo = "Pannello di rivestimento di parete con pattern a mattoni 21.5x32.5 cm"; #Nome = "Pannello rivestim. 68x24.5x3 cm"; #Produttore = ""; #nOrdineProgressivoCME = ""; #Codice Lavorazione = ""

**INTONACO DIPINTO DI GIALLO – MASCHERA ATTRIBUTI INFORMATIVI
GENERALI (LOD G)**

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
Obiettivi e usi	Codice Commessa	
	Disciplina	Modello architettonico delle facciate
	Fase di progetto	Stadio di Esercizio - Fase di Gestione, Manutenzione
	Tipologia di intervento	Rilievo dello stato di fatto
Operatori coinvolti	Paternità / Responsabile	Studente Andrea Bonetti
	Codice ID Impresa Manutentrice	
	Nome Impresa Manutentrice	
	Soggetto manutentore - Responsabile impresa	
Collocazione temporale (periodo realizzazione, intervalli di operatività, interventi programmati)	Data Inizio Lavori	
	Data Fine Lavori	
	Durata lavori [gg]	
	Date Ultimi Interventi	
	Date Prossimi Interventi	
Elenco per punti dei controlli da effettuare sull'elemento costruttivo	Piano / Attività di Manutenzione	
	Note	
Livelli di sviluppo del Sistema di Classificazione degli elementi costruttivi progettato nella tesi	Raggruppatore_01	B. INVOLUCRO, ESTERNI
	Raggruppatore_02	B90. FINITURE ESTERNE
	Raggruppatore_03	B010. FINITURE PARETI, PILASTRI, COLONNE
	Raggruppatore_04	B901010. Intonaci
Proprietà rilevanti dell'elemento costruttivo	Aspetto	Grana fine, intonaco non sfogliato
	Colore	Giallo chiaro
	Materiali	Intonaco e pittura
	Tipologia IFC Object Type	lfcCovering
	Tipo	
	Modello	
	Nome	Intonaco esterno giallo
	Produttore	
Lavorazioni Quantità Stima costi	Numero Ordine Progressivo CME	
	Codice Lavorazione (E.P. o Analisi Prezzi Unitari)	
	Lavorazione	
	Descrizione lavorazione	
	Unità di Misura CME	

	Quantità CME	
	Prezzo Unitario	
Collegamenti al materiale completo disponibile sull'elemento costruttivo	Hyperlink	
	QR Code	
	Stringa #TagBIM	#CodiceDImpresaManutenzione = ""; #Raggruppatore_01 = "B. INVOLUCRO, ESTERNI"; #Raggruppatore_02 = "B90. FINITURE ESTERNE"; #Raggruppatore_03 = "B010. FINITURE PARETI, PILASTRI, COLONNE"; #Raggruppatore_04 = "B901010. Intonaci"; #Materiale = "Intonaco e pittura"; #IFCObjectType = "IfcCovering"; #Tipo = ""; #Nome = "Intonaco esterno giallo"; #Produttore = ""; #nOrdineProgressivoCME = ""; #Codice Lavorazione = ""

**INTONACO DIPINTO DI GIALLO – MASCHERA ATTRIBUTI SPECIFICI
(LOD G)**

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
LOG	Altezza = [cm] = $1 \cdot 10^{-2}$ [m]	
	Larghezza = [cm] = $1 \cdot 10^{-2}$ [m]	
	Lunghezza = [cm] = $1 \cdot 10^{-2}$ [m]	
	Area sezione = [m ²]	
	Volume = [m ³]	
LOI	Densità ρ [kg/m ³]	
	Massa lineare [kg/ml]	
	Massa [kg] / elemento	
	Massa superficiale [kg/m ²]	
	Numero elementi / m ²	
	Aspetto Superficiale	
	Bordo	
	Finitura	
	Resistenza al fuoco	
	Isolamento acustico [dB]	
	Trasmittanza termica U [W/m ² *K]	
	Conducibilità termica λ [W/m*K]	

**PANNELLO RIVESTIMENTO PARETE IN PIETRA NATURALE –
MASCHERA ATTRIBUTI INFORMATIVI GENERALI (LOD G)**

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
Obiettivi e usi	Codice Commessa	
	Disciplina	Modello architettonico delle facciate
	Fase di progetto	Stadio di Esercizio - Fase di Gestione, Manutenzione
	Tipologia di intervento	Rilievo dello stato di fatto
Operatori coinvolti	Paternità / Responsabile	Studente Andrea Bonetti
	Codice ID Impresa Manutentrice	
	Nome Impresa Manutentrice	
	Soggetto manutentore - Responsabile impresa	
Collocazione temporale (periodo realizzazione, intervalli di operatività, interventi programmati)	Data Inizio Lavori	
	Data Fine Lavori	
	Durata lavori [gg]	
	Date Ultimi Interventi	
Elenco per punti dei controlli da effettuare sull'elemento costruttivo	Piano / Attività di Manutenzione	
	Note	Spessore intonaco + rivestimento 3,5 cm
Livelli di sviluppo del Sistema di Classificazione degli elementi costruttivi progettato nella tesi	Raggruppatore_01	B. INVOLUCRO, ESTERNI
	Raggruppatore_02	B90. FINITURE ESTERNE
	Raggruppatore_03	B010. FINITURE PARETI, PILASTRI, COLONNE
	Raggruppatore_04	B901030. Rivestimenti
Proprietà rilevanti dell'elemento costruttivo	Aspetto	
	Colore	Bianco, sfumature chiare
	Materiali	Pietra naturale
	Tipologia IFC Object Type	IfcCovering
	Tipo	Pannello in pietra naturale pattern orizz.
	Modello	
	Nome	Pannello rivestimento parete
Lavorazioni Quantità Stima costi	Numero Ordine Progressivo CME	
	Codice Lavorazione (E.P. o Analisi Prezzi Unitari)	
	Lavorazione	
	Descrizione lavorazione	
	Unità di Misura CME	

	Quantità CME	
	Prezzo Unitario	
Collegamenti al materiale completo disponibile sull'elemento costruttivo	Hyperlink	
	QR Code	
	Stringa #TagBIM	#CodiceIDImpresaManutenzione = ""; #Raggruppatore_01 = "B. INVOLUCRO, ESTERNI"; #Raggruppatore_02 = "B90. FINITURE ESTERNE"; #Raggruppatore_03 = "B010. FINITURE PARETI, PILASTRI, COLONNE"; #Raggruppatore_04 = "B901030. Rivestimenti"; #Materiale = "Laterizio e malta"; #IFCObjectType = "IfcCovering"; #Tipo = " Pannello in pietra naturale pattern orizz."; #Nome = "Pannello rivestimento parete"; #Produttore = ""; #nOrdineProgressivoCME = ""; #Codice Lavorazione = ""

**PANNELLO RIVESTIMENTO PARETE IN PIETRA NATURALE –
MASCHERA ATTRIBUTI SPECIFICI (LOD G)**

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
LOG	Altezza = [cm]	139
	Larghezza = [cm]	3,5
	Lunghezza = [cm]	141
	Area sezione = [m ²]	
	Volume = [m ³]	
LOI	Densità ρ [kg/m ³]	
	Massa lineare [kg/ml]	
	Massa [kg] / elemento	
	Massa superficiale [kg/m ²]	
	Numero elementi / m ²	
	Aspetto Superficiale	
	Bordo	
	Finitura	
	Resistenza al fuoco	
	Isolamento acustico [dB]	
	Trasmittanza termica U [W/m ² *K]	
	Conducibilità termica λ [W/m*K]	

**PANNELLO RIVESTIMENTO PILASTRI IN PIETRA NATURALE –
MASCERA ATTRIBUTI INFORMATIVI GENERALI (LOD G)**

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
Obiettivi e usi	Codice Commessa	
	Disciplina	Modello architettonico delle facciate
	Fase di progetto	Stadio di Esercizio - Fase di Gestione, Manutenzione
	Tipologia di intervento	Rilievo dello stato di fatto
Operatori coinvolti	Paternità / Responsabile	Studente Andrea Bonetti
	Codice ID Impresa Manutentrice	
	Nome Impresa Manutentrice	
	Soggetto manutentore - Responsabile impresa	
Collocazione temporale (periodo realizzazione, intervalli di operatività, interventi programmati)	Data Inizio Lavori	
	Data Fine Lavori	
	Durata lavori [gg]	
	Date Ultimi Interventi	
Elenco per punti dei controlli da effettuare sull'elemento costruttivo	Piano / Attività di Manutenzione	
	Note	Spessore Rivestimento 3,5 cm
Livelli di sviluppo del Sistema di Classificazione degli elementi costruttivi progettato nella tesi	Raggruppatore_01	B. INVOLUCRO, ESTERNI
	Raggruppatore_02	B90. FINITURE ESTERNE
	Raggruppatore_03	B010. FINITURE PARETI, PILASTRI, COLONNE
	Raggruppatore_04	B901030. Rivestimenti
Proprietà rilevanti dell'elemento costruttivo	Aspetto	
	Colore	
	Materiali	Pietra naturale
	Tipologia IFC Object Type	IfcCovering
	Tipo	Pannelli in pietra naturale
	Modello	
	Nome	Pannelli rivestimento pilastri
Lavorazioni Quantità Stima costi	Numero Ordine Progressivo CME	
	Codice Lavorazione (E.P. o Analisi Prezzi Unitari)	
	Lavorazione	
	Descrizione lavorazione	
	Unità di Misura CME	

	Quantità CME	
	Prezzo Unitario	
Collegamenti al materiale completo disponibile sull'elemento costruttivo	Hyperlink	
	QR Code	
	Stringa #TagBIM	#CodiceIDImpresaManutenzione = ""; #Raggruppatore_01 = "B. INVOLUCRO, ESTERNI"; #Raggruppatore_02 = "B90. FINITURE ESTERNE"; #Raggruppatore_03 = "B010. FINITURE PARETI, PILASTRI, COLONNE"; #Raggruppatore_04 = "B901030. Rivestimenti"; #Materiale = "Laterizio e malta"; #IFCObjectType = "IfcCovering"; #Tipo = " Pannelli in pietra naturale"; #Nome = "Pannelli rivestimento pilastri"; #Produttore = ""; #nOrdineProgressivoCME = ""; #Codice Lavorazione = ""

**PANNELLO RIVESTIMENTO PILASTRI IN PIETRA NATURALE –
MASCHERA ATTRIBUTI SPECIFICI (LOD G)**

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
LOG	Altezza = [cm]	50
	Larghezza = [cm]	3,5
	Lunghezza = [cm]	
	Area sezione = [m ²]	
	Volume = [m ³]	
LOI	Densità ρ [kg/m ³]	
	Massa lineare [kg/ml]	
	Massa [kg] / elemento	
	Massa superficiale [kg/m ²]	
	Numero elementi / m ²	
	Aspetto Superficiale	
	Bordo	
	Finitura	
	Resistenza al fuoco	
	Isolamento acustico [dB]	
	Trasmittanza termica U [W/m ² *K]	
	Conducibilità termica λ [W/m*K]	

**RIVESTIMENTO PARETE A LISTELLI ORIZZONTALI IN LATERIZIO –
MASCERA ATTRIBUTI INFORMATIVI GENERALI (LOD G)**

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
Obiettivi e usi	Codice Commessa	
	Disciplina	Modello architettonico delle facciate
	Fase di progetto	Stadio di Esercizio - Fase di Gestione, Manutenzione
	Tipologia di intervento	Rilievo dello stato di fatto
Operatori coinvolti	Paternità / Responsabile	Studente Andrea Bonetti
	Codice ID Impresa Manutentrice	
	Nome Impresa Manutentrice	
	Soggetto manutentore - Responsabile impresa	
Collocazione temporale (periodo realizzazione, intervalli di operatività, interventi programmati)	Data Inizio Lavori	
	Data Fine Lavori	
	Durata lavori [gg]	
	Date Ultimi Interventi	
Elenco per punti dei controlli da effettuare sull'elemento costruttivo	Piano / Attività di Manutenzione	
	Note	Filari di LISTELLI IN LATERIZIO ORIZZONTALI [largh*alt] 4x1 cm separati da 1cm di MALTA tra i filari Spessore intonaco + rivestimento 3,5 cm
Livelli di sviluppo del Sistema di Classificazione degli elementi costruttivi progettato nella tesi	Raggruppatore_01	B. INVOLUCRO, ESTERNI
	Raggruppatore_02	B90. FINITURE ESTERNE
	Raggruppatore_03	B010. FINITURE PARETI, PILASTRI, COLONNE
	Raggruppatore_04	B901030. Rivestimenti
Proprietà rilevanti dell'elemento costruttivo	Aspetto	
	Colore	
	Materiali	Laterizio e malta
	Tipologia IFC Object Type	IfcCovering
	Tipo	Rivestimento in laterizio su intonaco
	Modello	
	Nome	Rivestimento a listelli orizz.
Lavorazioni Quantità Stima costi	Numero Ordine Progressivo CME	
	Codice Lavorazione (E.P. o Analisi Prezzi Unitari)	
	Lavorazione	
	Descrizione lavorazione	
	Unità di Misura CME	

	Quantità CME	
	Prezzo Unitario	
Collegamenti al materiale completo disponibile sull'elemento costruttivo	Hyperlink	
	QR Code	
	Stringa #TagBIM	#CodiceIDImpresaManutenzione = ""; #Raggruppatore_01 = "B. INVOLUCRO, ESTERNI"; #Raggruppatore_02 = "B90. FINITURE ESTERNE"; #Raggruppatore_03 = "B010. FINITURE PARETI, PILASTRI, COLONNE"; #Raggruppatore_04 = "B901030. Rivestimenti"; #Materiale = "Laterizio e malta"; #IFCObjectType = "IfcCovering"; #Tipo = "Rivestimento in laterizio su intonaco"; #Nome = "Rivestimento a listelli orizz."; #Produttore = ""; #nOrdineProgressivoCME = ""; #Codice Lavorazione = ""

**RIVESTIMENTO PARETE A LISTELLI ORIZZONTALI IN LATERIZIO –
MASCHERA ATTRIBUTI SPECIFICI (LOD G)**

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
LOG	Larghezza = [cm]	4
	Spessore = [cm]	1
	Lunghezza = [cm]	
	Area sezione = [m ²]	
	Volume = [m ³]	
LOI	Densità ρ [kg/m ³]	
	Massa lineare [kg/ml]	
	Massa [kg] / elemento	
	Massa superficiale [kg/m ²]	
	Numero elementi / m ²	
	Aspetto Superficiale	
	Bordo	
	Finitura	
	Resistenza al fuoco	
	Isolamento acustico [dB]	
	Trasmittanza termica U [W/m ² *K]	
	Conducibilità termica λ [W/m*K]	

**RIVESTIMENTO PARETE A LISTELLI VERTICALI IN LATERIZIO –
MASCHERA ATTRIBUTI INFORMATIVI GENERALI (LOD G)**

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
Obiettivi e usi	Codice Commessa	
	Disciplina	Modello architettonico delle facciate
	Fase di progetto	Stadio di Esercizio - Fase di Gestione, Manutenzione
	Tipologia di intervento	Rilievo dello stato di fatto
Operatori coinvolti	Paternità / Responsabile	Studente Andrea Bonetti
	Codice ID Impresa Manutentrice	
	Nome Impresa Manutentrice	
	Soggetto manutentore - Responsabile impresa	
Collocazione temporale (periodo realizzazione, intervalli di operatività, interventi programmati)	Data Inizio Lavori	
	Data Fine Lavori	
	Durata lavori [gg]	
	Date Ultimi Interventi	
Elenco per punti dei controlli da effettuare sull'elemento costruttivo	Piano / Attività di Manutenzione	
	Note	Filari di LISTELLI IN LATERIZIO VERTICALI [largh*spessore] 4x1 cm separati da 1cm di MALTA tra i filari Spessore intonaco + rivestimento 3,5 cm
Livelli di sviluppo del Sistema di Classificazione degli elementi costruttivi progettato nella tesi	Raggruppatore_01	B. INVOLUCRO, ESTERNI
	Raggruppatore_02	B90. FINITURE ESTERNE
	Raggruppatore_03	B010. FINITURE PARETI, PILASTRI, COLONNE
	Raggruppatore_04	B901030. Rivestimenti
Proprietà rilevanti dell'elemento costruttivo	Aspetto	
	Colore	
	Materiali	Laterizio e malta
	Tipologia IFC Object Type	IfcCovering
	Tipo	Rivestimento in laterizio su intonaco
	Modello	
	Nome	Rivestimento a listelli vert.
Lavorazioni Quantità Stima costi	Numero Ordine Progressivo CME	
	Codice Lavorazione (E.P. o Analisi Prezzi Unitari)	
	Lavorazione	
	Descrizione lavorazione	
	Unità di Misura CME	

	Quantità CME	
	Prezzo Unitario	
Collegamenti al materiale completo disponibile sull'elemento costruttivo	Hyperlink	
	QR Code	
	Stringa #TagBIM	#CodiceIDImpresaManutenzione = ""; #Raggruppatore_01 = "B. INVOLUCRO, ESTERNI"; #Raggruppatore_02 = "B90. FINITURE ESTERNE"; #Raggruppatore_03 = "B010. FINITURE PARETI, PILASTRI, COLONNE"; #Raggruppatore_04 = "B901030. Rivestimenti"; #Materiale = "Laterizio e malta"; #IFCObjectType = "IfcCovering"; #Tipo = "Rivestimento in laterizio su intonaco"; #Nome = "Rivestimento a listelli vert."; #Produttore = ""; #nOrdineProgressivoCME = ""; #Codice Lavorazione = ""

**RIVESTIMENTO PARETE A LISTELLI VERTICALI IN LATERIZIO –
MASCHERA ATTRIBUTI SPECIFICI (LOD G)**

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
LOG	Larghezza = [cm]	4
	Spessore = [cm]	1
	Lunghezza = [cm]	
	Area sezione = [m ²]	
	Volume = [m ³]	
LOI	Densità ρ [kg/m ³]	
	Massa lineare [kg/ml]	
	Massa [kg] / elemento	
	Massa superficiale [kg/m ²]	
	Numero elementi / m ²	
	Aspetto Superficiale	
	Bordo	
	Finitura	
	Resistenza al fuoco	
	Isolamento acustico [dB]	
	Trasmittanza termica U [W/m ² *K]	
	Conducibilità termica λ [W/m*K]	

VANI – MASCHERA ATTRIBUTI SPECIFICI (LOD G)

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
LOG	Altezza = [cm]	
	Perimetro netto = [m]	
	Superficie netta = [m ²]	
	Volume = [m ³]	
LOI	Rapporto illuminante	
	Rapporto ventilante	

FINITURE – MASCHERA ATTRIBUTI SPECIFICI (LOD G)

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
LOG	Altezza = [cm]	
	Larghezza = [cm]	
	Lunghezza = [cm]	
	Area sezione = [m ²]	
	Volume = [m ³]	
LOI	Densità ρ [kg/m ³]	
	Massa lineare [kg/ml]	
	Massa [kg] / elemento	
	Massa superficiale [kg/m ²]	
	Numero elementi / m ²	
	Aspetto Superficiale	
	Bordo	
	Finitura	
	Resistenza al fuoco	
	Isolamento acustico [dB]	
	Trasmittanza termica U [W/m ² *K]	
	Conducibilità termica λ [W/m*K]	

ARREDI – MASCHERA ATTRIBUTI SPECIFICI (LOD G)

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
LOG	Altezza = [cm]	
	Larghezza = [cm]	
	Lunghezza = [cm]	
	Superficie di Ingombro = [m ²]	

	Volume = [m ³]	
LOI	Consumo energetico	
	Allacciamenti richiesti	
	Massa [kg]	
	Massa superficiale [kg/m ²]	
	Aspetto Superficiale	
	Bordo	
	Finitura	
	Resistenza al fuoco	
	Isolamento acustico [dB]	
	Trasmittanza termica U [W/m ² *K]	
	Conducibilità termica λ [W/m*K]	

INFISSI E SERRAMENTI – MASCHERA ATTRIBUTI SPECIFICI (LOD G)

ELEMENTO COSTRUTTIVO (OGGETTO BIM)	ATTRIBUTI INFORMATIVI PERSONALIZZATI	DESCRIZIONE
LOG	Altezza = [cm] = 1*10 ⁻² [m]	
	Profondità del telaio / Larghezza = [cm]	
	Lunghezza = [cm]	
	Area sezione = [m ²]	
	Volume = [m ³]	
	Dimensioni apertura lorda [lungh*largh*alt] [cm]	
	Dimensioni apertura netta [lungh*largh*alt] [cm]	
	Superficie telaio [m ²]	
	Superficie vetrata [m ²]	
	LOI	Conducibilità termica telaio λ _w [W/m*K]
Conducibilità termica vetrata λ _g [W/m*K]		
Massa lineare [kg/ml]		
Massa superficiale [kg/m ²]		
Classe di Sicurezza		
Ferramenta		
Quantità e Tipologie di aperture		
Quantità e Tipologie di ante		
Quantità e Tipologie di vetri		
Trasmittanza termica finestra U _f [W/m ² *K]		
Conducibilità termica finestra λ _f [W/m*K]		
Isolamento acustico [dB]		
Numero di elementi / m ²		
Resistenza al fuoco		
Isolamento acustico [dB]		

6.5. La validazione del metodo: il livello di dettaglio raggiunto e quello potenzialmente raggiungibile

Nel corso delle differenti fasi del processo di ricostruzione digitale dell'opera, l'approccio progettuale proposto in questa tesi mi ha consentito di organizzare, coordinare e integrare il database del contenuto informativo degli oggetti di due discipline differenti all'interno di un unico supporto informatico, il modello informativo digitale.

Una volta completati il modello architettonico delle facciate e quello strutturale del complesso demaniale esistente studiato si è proceduto ad esportarli dal software di BIM authoring Allplan 2019 ai rispettivi file in formato aperto IFC4.

Successivamente i modelli digitali delle due discipline sono stati caricati su differenti software BIM per verificare l'accessibilità, sia in termini di visualizzazione che di possibilità di gestione, nonché la coerenza dei dati trasferiti.

In particolare, attraverso il caricamento dei due modelli digitali dell'opera esistente nello stadio di esercizio:

- in diversi software di visualizzazione dei modelli IFC⁷⁵, è stata verificata la possibilità di accesso, tramite formato aperto, alle informazioni inserite in fase di realizzazione dei modelli digitali e di visualizzazione e navigazione degli stessi
- nel cloud su due differenti ACDat⁷⁶, oltre alla visualizzazione e alla navigazione dei modelli e del contenuto informativo, mi è stato possibile:
 - inserire nuovi attributi informativi all'interno degli oggetti BIM dove necessari o utili
 - aggiornare degli attributi già presenti
 - visualizzare delle sezioni dei modelli
 - effettuare misure sul modello

⁷⁵ usBIM.viewer+ v.7.00e, Solibri Model Viewer v9.8, Tekla BIM sight e BIM Vision

⁷⁶ di due case produttrici differenti, rispettivamente Allplan BIMplus della Nemetschek e usBIM.platform di ACCA software

- aggiungere delle Stringhe #TagBIM personalizzate per identificare gli oggetti
- aggiungere commenti associati ad un oggetto o destinati ad un determinato attore
- caricare degli allegati relativi al progetto direttamente sulla piattaforma collaborativa in formato .pdf, .jpg, o altri
- assegnare compiti ad un determinato attore.

L'impiego della metodologia di lavoro BIM applicata ad un caso esistente mi ha consentito di adeguare gli attributi informativi degli oggetti alle esigenze risultanti dall'analisi dello stato di fatto del complesso, del contesto e della documentazione raccolta e definire i livelli di sviluppo dei singoli oggetti BIM compatibilmente agli obiettivi e usi dei modelli studiati (modello strutturale, modello architettonico delle facciate)⁷⁷.

Idealmente, a livello metaforico, il modello informativo digitale ottenuto una volta completata la ricostruzione digitale dell'opera del patrimonio edilizio esistente, sia a livello della geometria che delle contenuto informativo, può essere immaginato come un "manuale delle istruzioni del fabbricato" al servizio degli operatori interessati⁷⁸.

Rispetto ai livelli di dettaglio e di sviluppo raggiunti dai due modelli digitali e dai loro oggetti BIM sono possibili ulteriori integrazioni e sviluppi futuri, quali:

- il completamento delle voci predisposte, ad esempio, quelle relative alle attività previste dal piano di manutenzione sul singolo oggetto BIM
- l'inserimento dei valori di trasmittanza nei diversi strati delle pareti di tamponamento, degli infissi e dei serramenti dell'involucro, etc. a seguito di ulteriori analisi di approfondimento a supporto di un intervento di riqualificazione energetica

⁷⁷ operando per quanto possibile in armonia alle linee guida dei diversi livelli di sviluppo degli oggetti BIM esposte nella parte 4 della Norma UNI 11337

⁷⁸ ad esempio, durante le fasi di manutenzione o di valutazione di un intervento

- l'aggiunta degli oggetti BIM dei ferri di armatura nelle fondazioni (travi rovesce e micropali), nelle travi, nei pilastri, etc. per accrescere la consapevolezza sulle condizioni della struttura, a supporto delle possibili valutazioni relative a interventi di recupero
- l'inserimento in ciascun oggetto BIM delle facciate esterne del rispettivo rilievo fotogrammetrico a supporto
- il rilievo e la restituzione degli impianti tecnici esistenti nel "modello degli impianti"
- il rilievo e la restituzione digitale nel "modello architettonico degli interni" delle distribuzioni interne esistenti nei diversi piani del fabbricato.

Di seguito si riportano alcuni esempi di documenti e contenuti informativi estratti dal modello informativo del fabbricato studiato, sia elaborati direttamente all'interno del software di BIM authoring Allplan 2019, che in altre tipologie di programmi⁷⁹.

⁷⁹ Solibri Model Viewer e Allplan Bimplus, attraverso l'importazione in questi ultimi del modello informativo digitale in formato aperto IFC

10. Lotto corte interna

- 10.10 Fondazioni
- 10.20 Piano Seminterrato

20. Lotto fronte esterno su Piazza 8 Agosto

- 20.10 Fondazioni
- 20.20 Piano Seminterrato
- 20.30 Piano Terra
- 20.40 Piano Primo
- 20.50 Piano Secondo
- 20.60 Piano Terzo
- 20.70 Piano Quarto
- 20.80 Piano Quinto
- 20.90 Piano Sesto
- 20.100 Piano Settimo
- 20.110 Piano Ottavo
- 20.120 Copertura

30. Lotto fronte esterno verso Via Ciro Menotti

- 30.10 Fondazioni
- 30.20 Piano Seminterrato
- 30.30 Piano Terra
- 30.40 Piano Primo
- 30.50 Piano Secondo
- 30.60 Piano Terzo
- 30.70 Piano Quarto
- 30.80 Piano Quinto
- 30.90 Copertura

40. Lotto fronte esterno verso Via Alessandrini

- 40.10 Fondazioni
- 40.20 Piano Seminterrato
- 40.30 Piano Terra
- 40.40 Piano Primo
- 40.50 Piano Secondo
- 40.60 Piano Terzo
- 40.70 Piano Quarto
- 40.80 Piano Quinto
- 40.90 Copertura

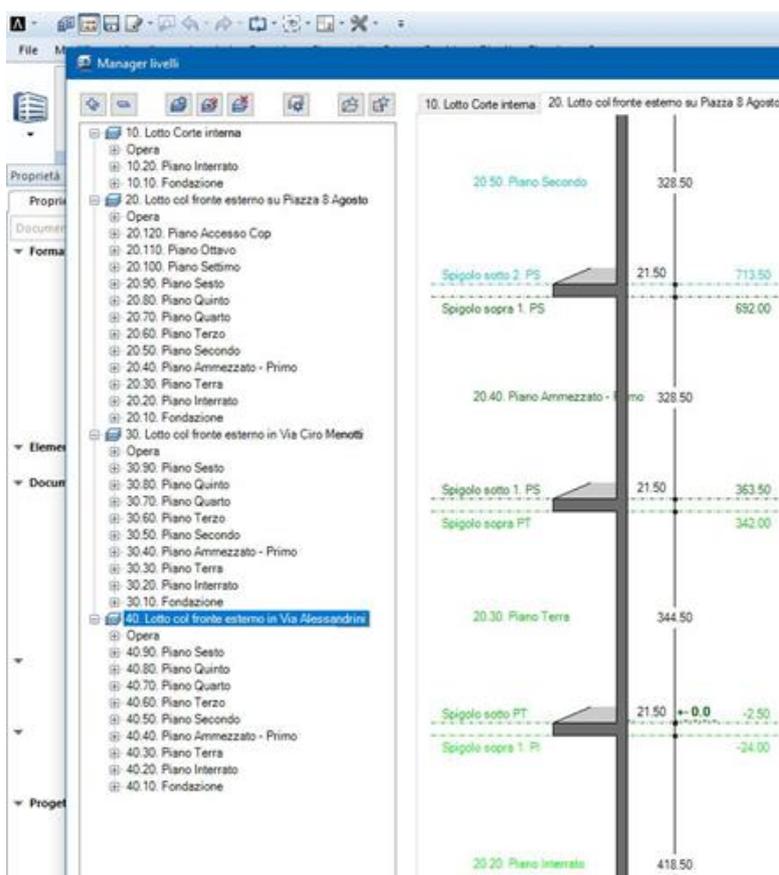


Immagine 17: Definizione, nelle prime fasi della digitalizzazione, della struttura opera (cioè delle quote altimetriche dei vari piani dei 3 lotti del fabbricato all'interno del Manager Livelli di Allplan 2019) del complesso demaniale in Piazza VIII agosto, 26 a Bologna, sede del Provveditorato Interregionale OO.PP. Lombardia – Emilia-Romagna studiato.

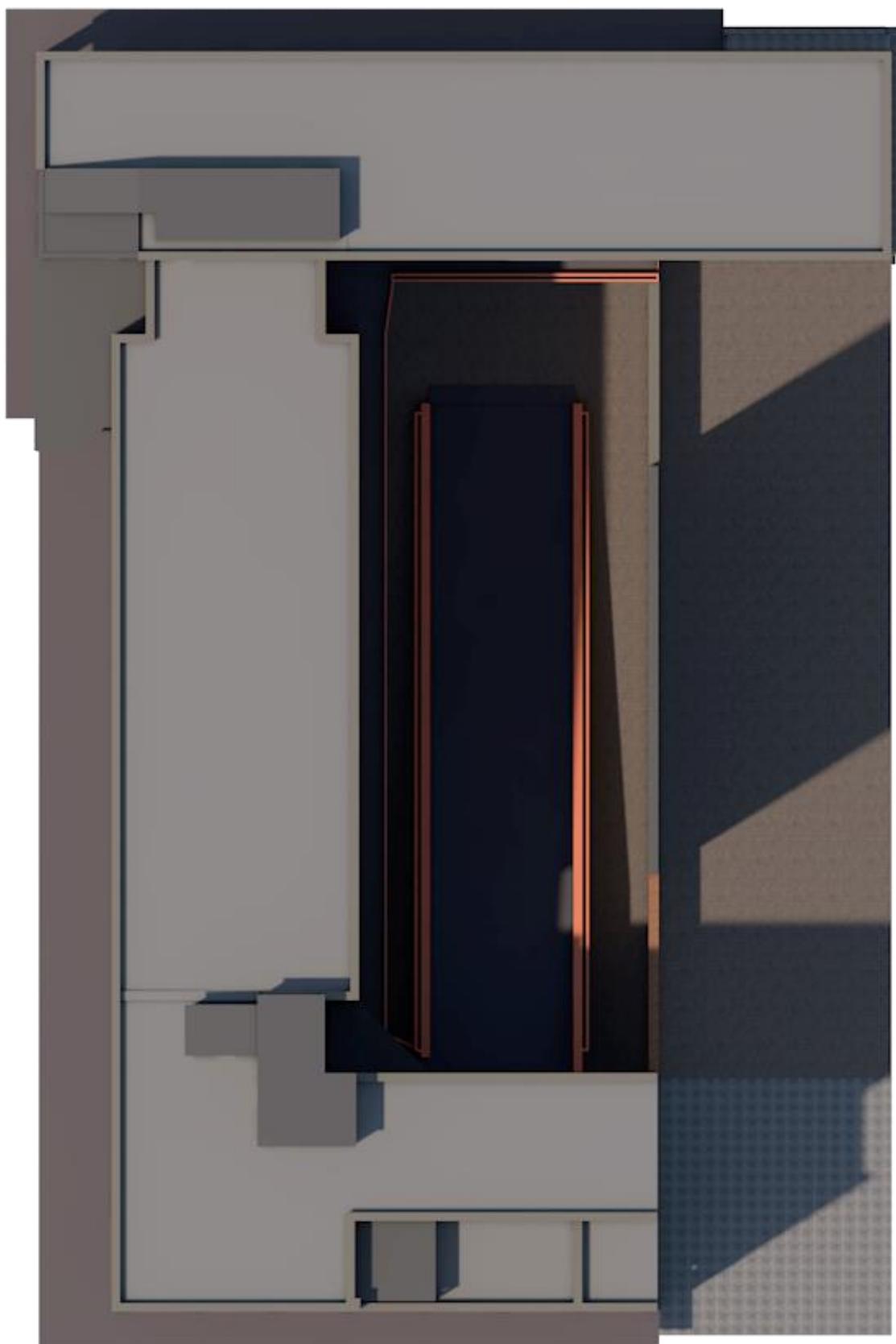


Immagine 41: Planimetria generale del complesso demaniale studiato, prodotta con Allplan 2019.

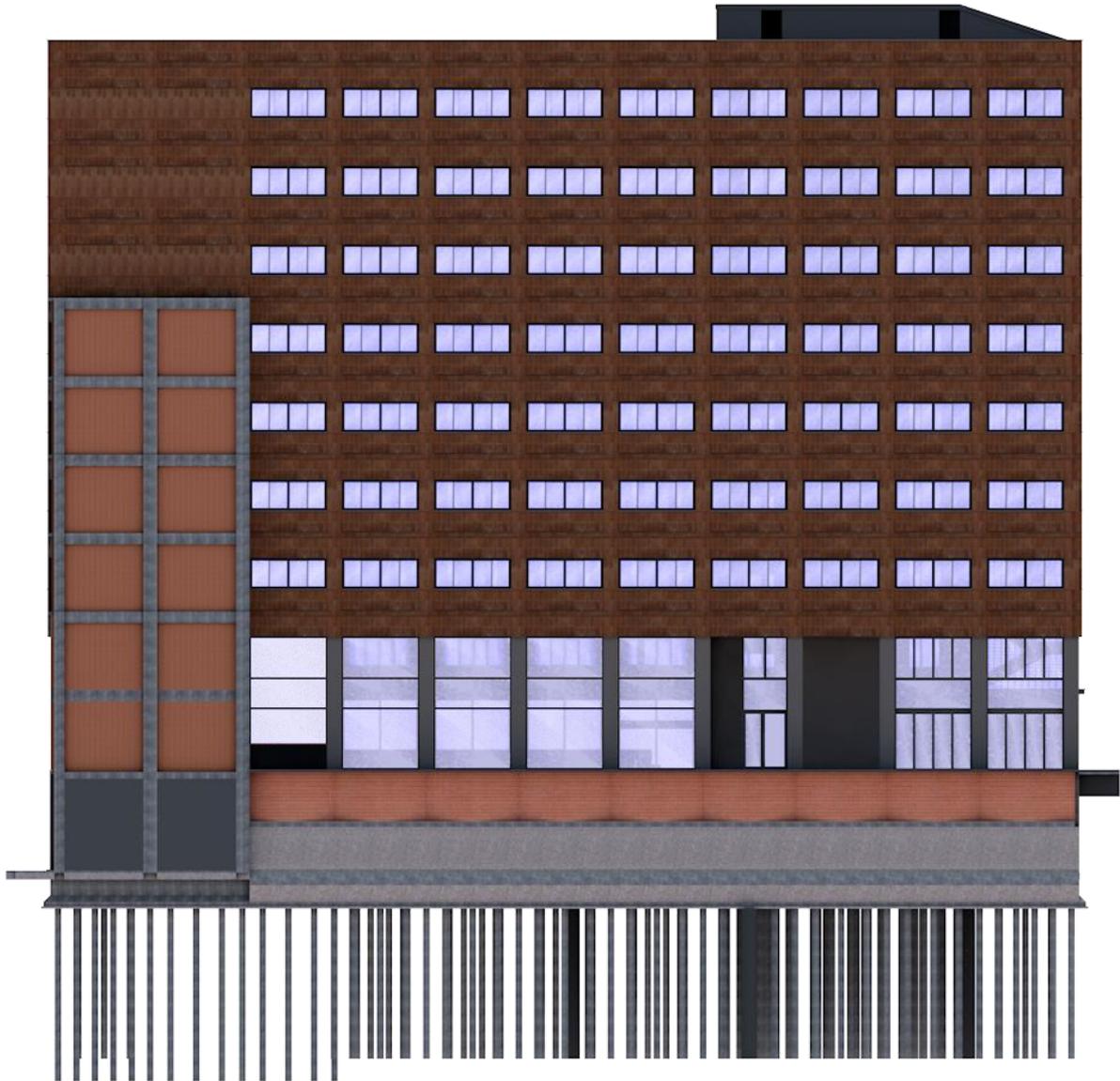


Immagine 42: prospetto architettonico nord-ovest del lotto 1, verso Piazza VIII agosto, del complesso studiato; realizzato con il software di BIM authoring Allplan 2019, estratto in maniera semi - automatica dal modello digitale.

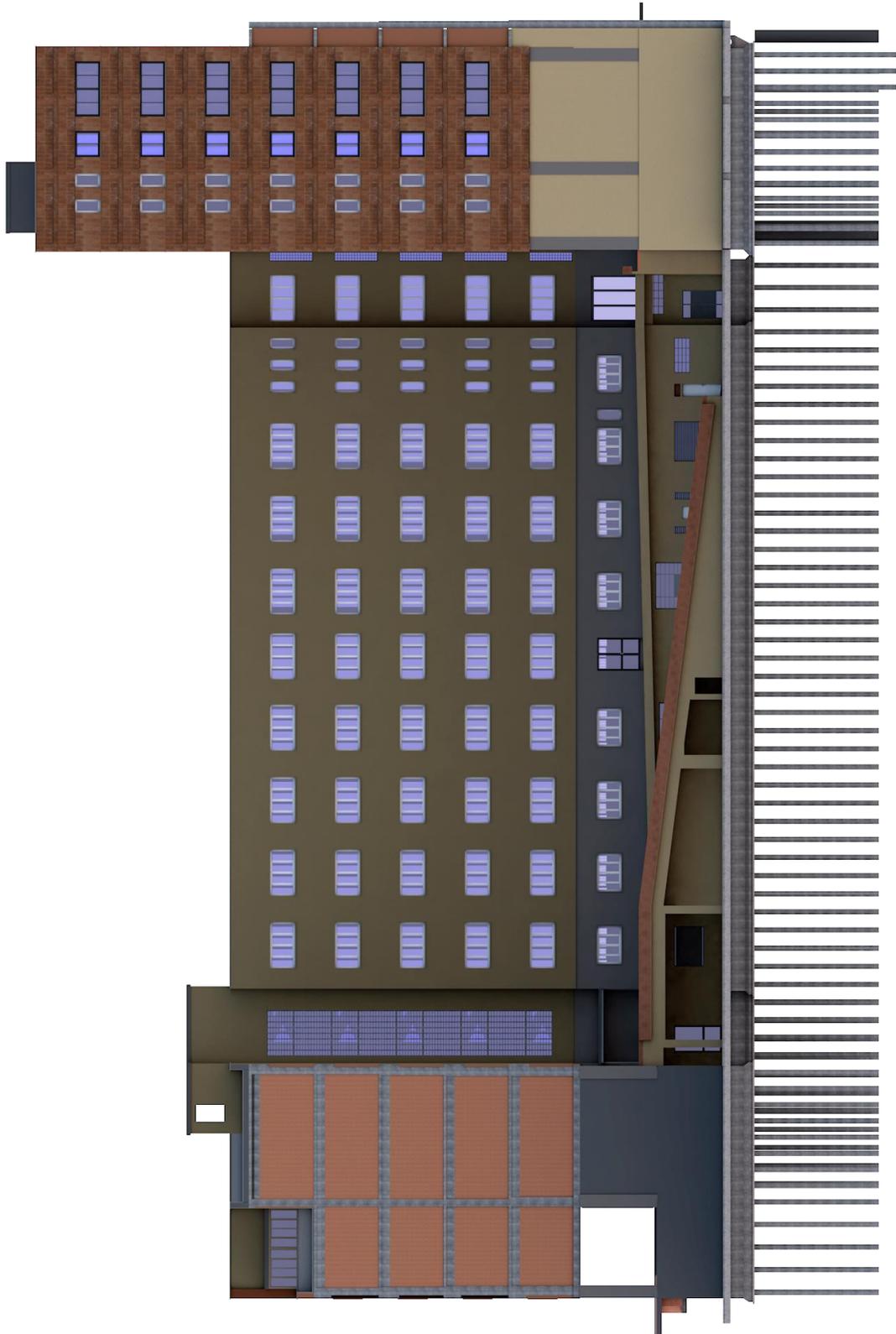


Immagine 43: prospetto architettonico nord-est dei tre lotti del fabbricato studiato, con viste della rampa carrabile e del piano seminterrato della corte interna, prodotto con Allplan 2019 direttamente dal modello digitale.



Immagine 44: prospetto sud-est del lotto 3 verso Via Alessandrini, con vista sullo sfondo del lotto 1, del complesso studiato; prodotto con Allplan 2019.



Immagine 45: prospetto architettonico sud-ovest, in Via Ciro Menotti, del fabbricato demaniale studiato, realizzato con Allplan 2019.

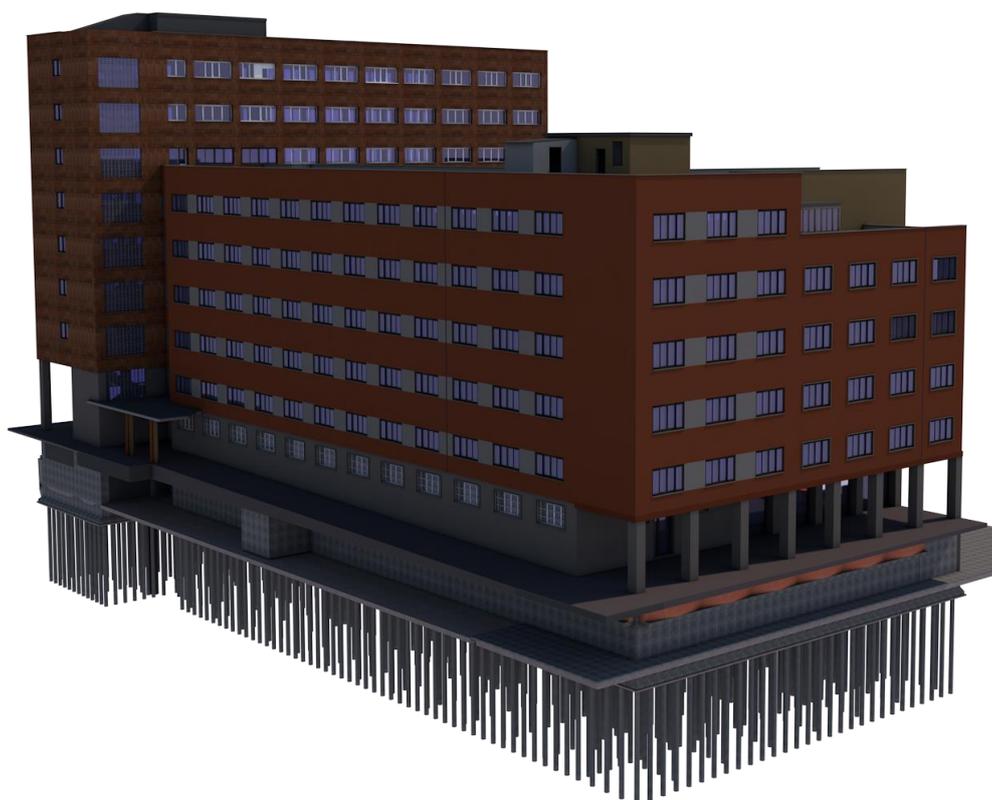
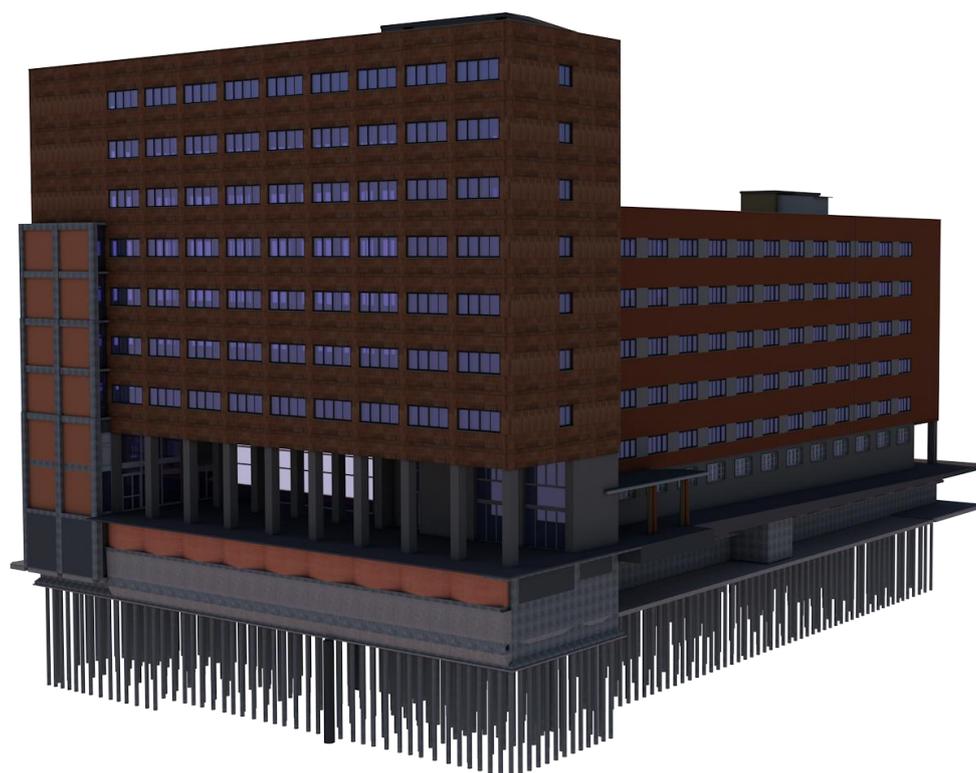


Immagine 18: Viste del modello architettonico delle facciate: sopra, in primo piano il blocco 1, sotto in primo piano i fronti strada dei blocchi 2 e 3. Modello digitale realizzato col software di BIM authoring Allplan 2019.

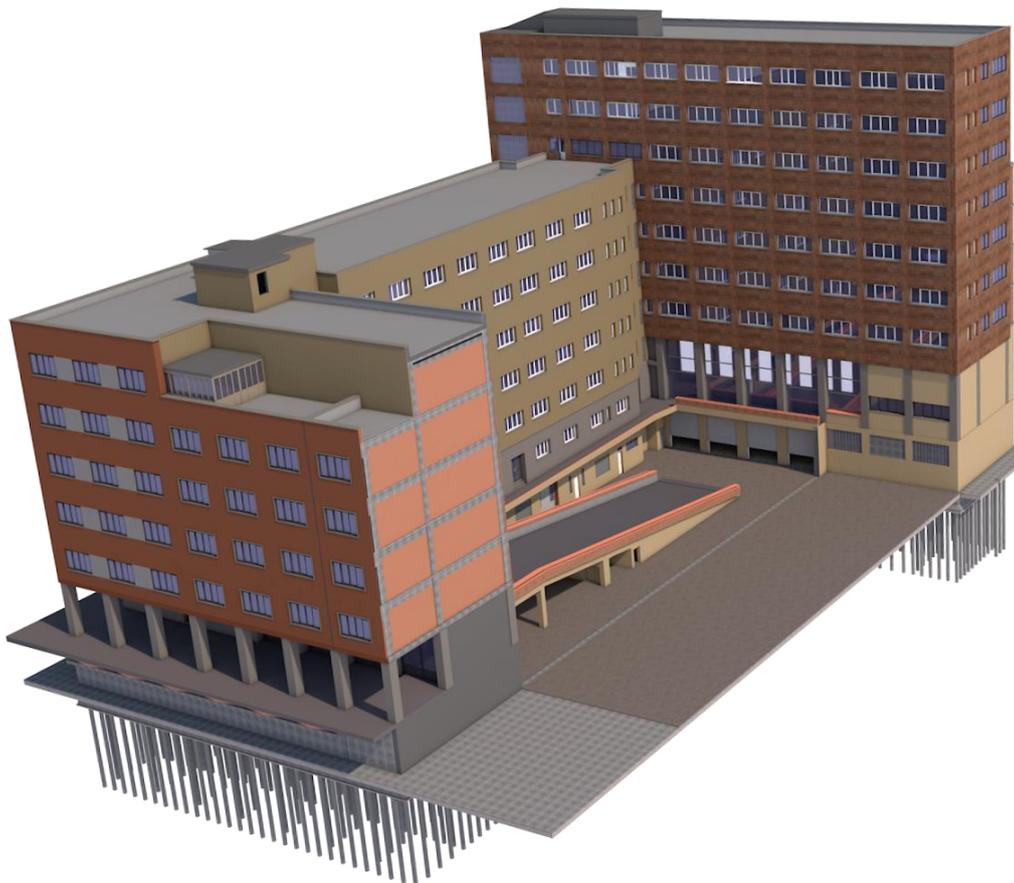


Immagine 19: Viste del modello architettonico delle facciate dei tre blocchi sulla corte interna, con la rampa in evidenza; modello realizzato con il software di BIM authoring Allplan 2019.



Immagine 46: Vista del modello architettonico delle facciate in corrispondenza del giunto di dilatazione termica presente tra i lotti 1 e 2; modello realizzato col software di BIM authoring Allplan 2019.



Immagine 47: Vista del modello architettonico delle facciate: dettaglio della corte interna e della salita della rampa carrabile; modello realizzato col software di BIM authoring Allplan 2019.

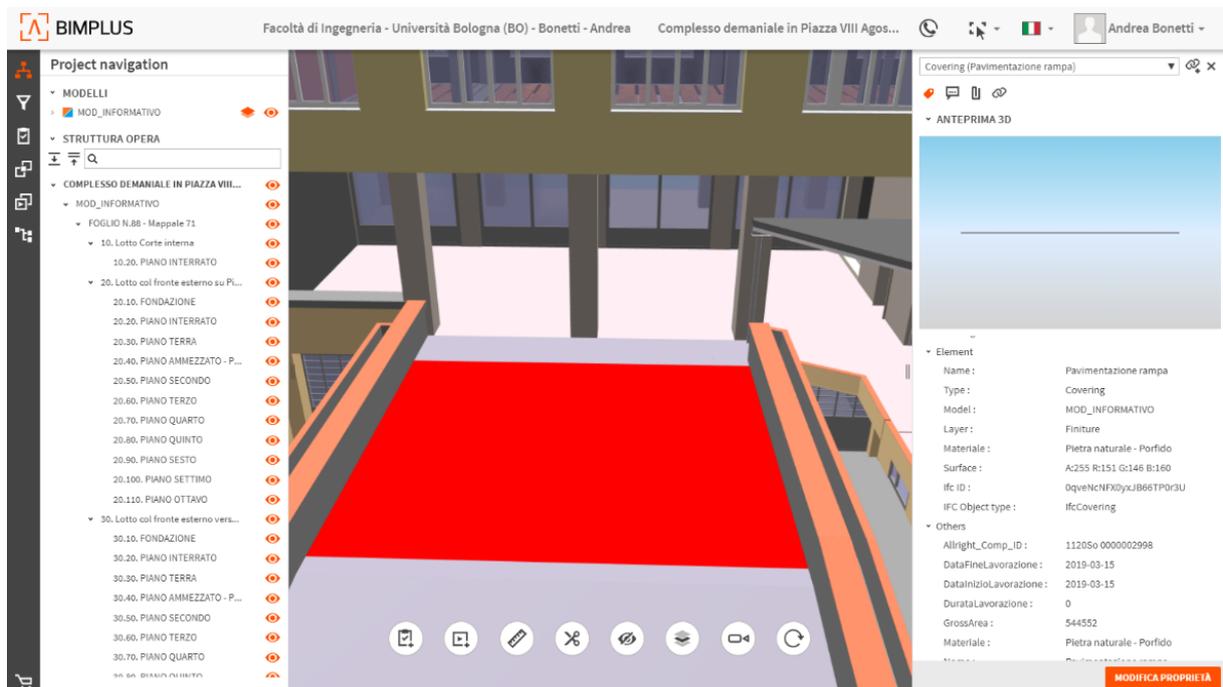


Immagine 48: Vista del modello informativo caricato in formato aperto IFC sulla Piattaforma ALLPLAN BIMPLUS a verifica della corretta esportazione avvenuta: dettaglio della corte interna e della salita della rampa carrabile con i relativi attributi informativi.

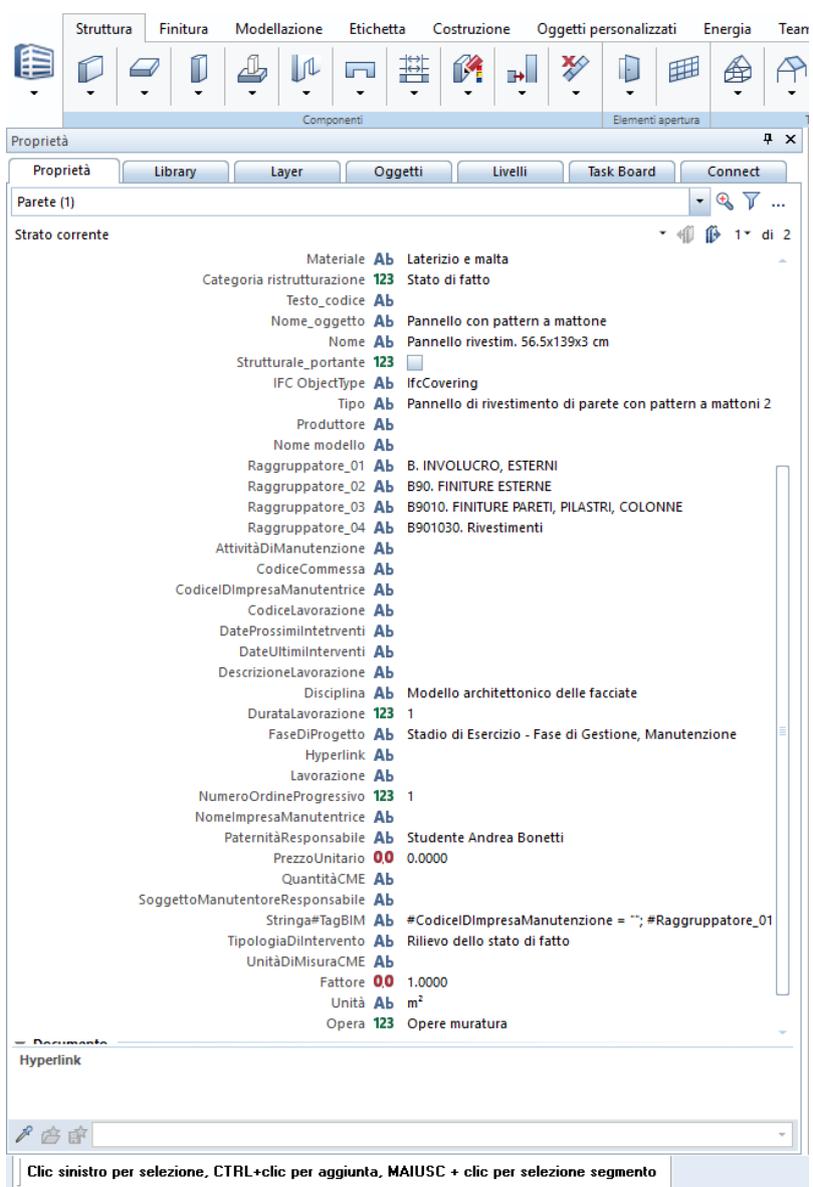
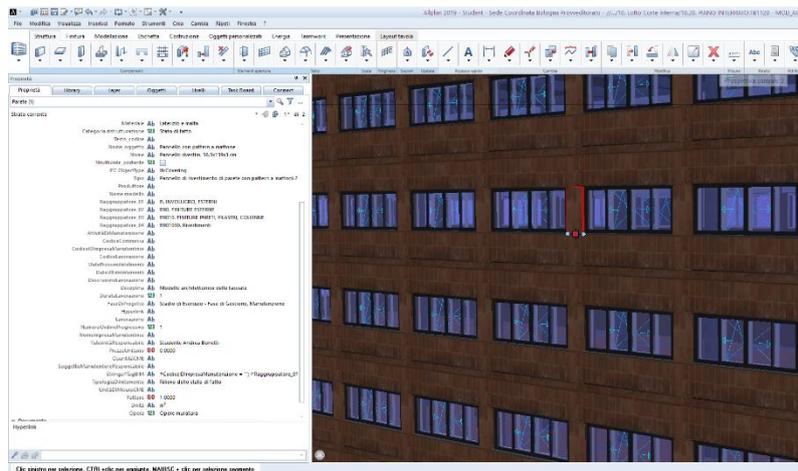


Immagine 20: inserimento, all'interno di Allplan 2019, degli attributi informativi dei pannelli di rivestimento di facciata in laterizio del lotto 1 studiato.

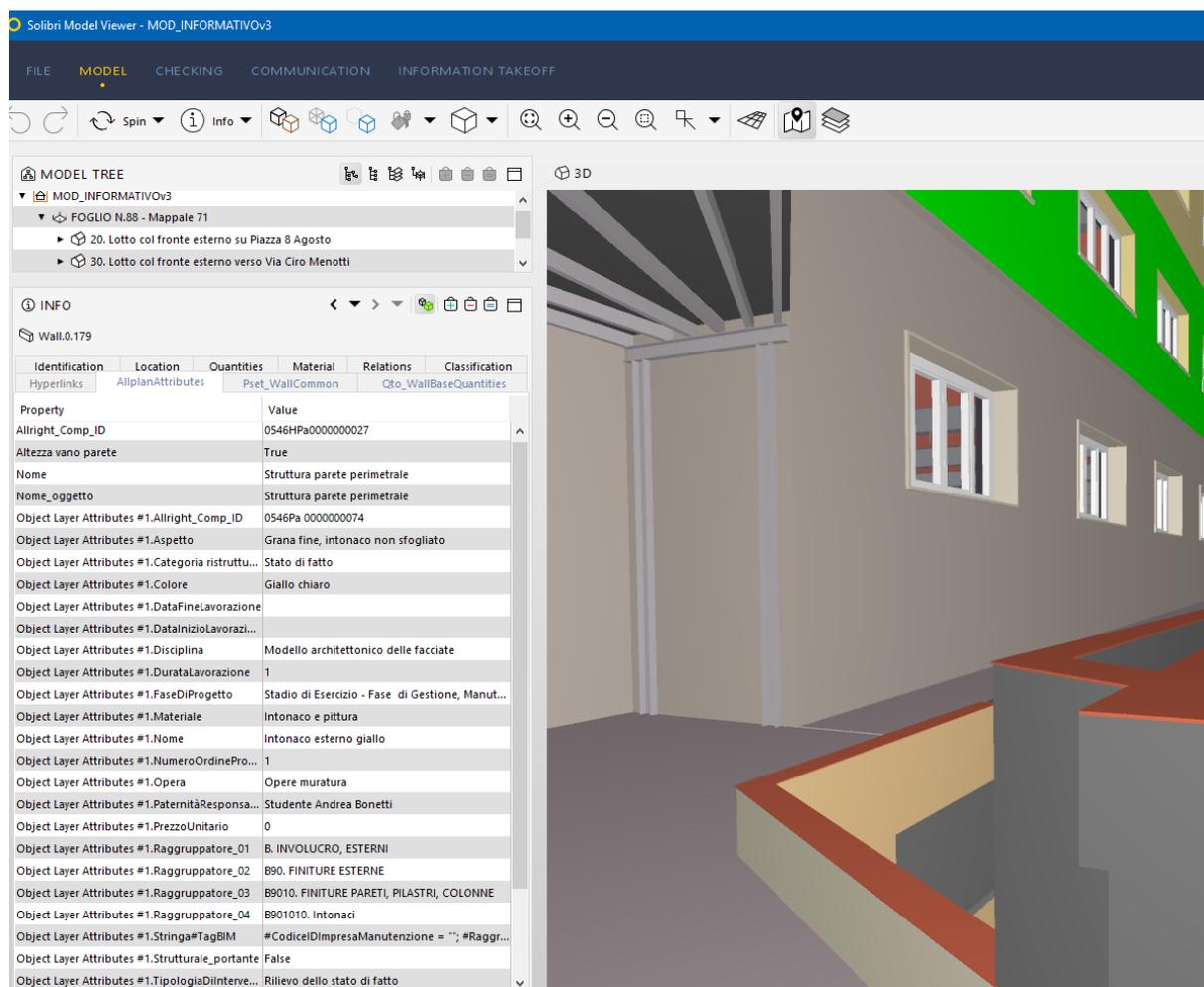
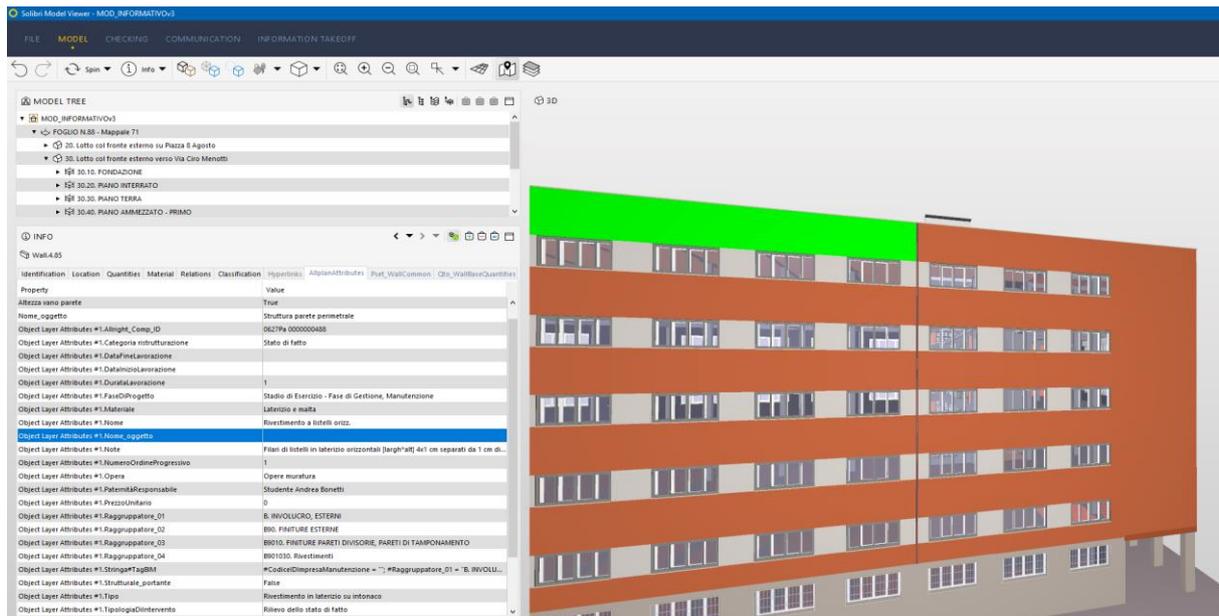


Immagine 49: Vista del modello digitale caricato in formato aperto IFC sul visualizzatore, per verificare la corretta esportazione degli attributi informativi dell'Intonaco, evidenziato in verde, della parete interna alla corte del lotto 2.

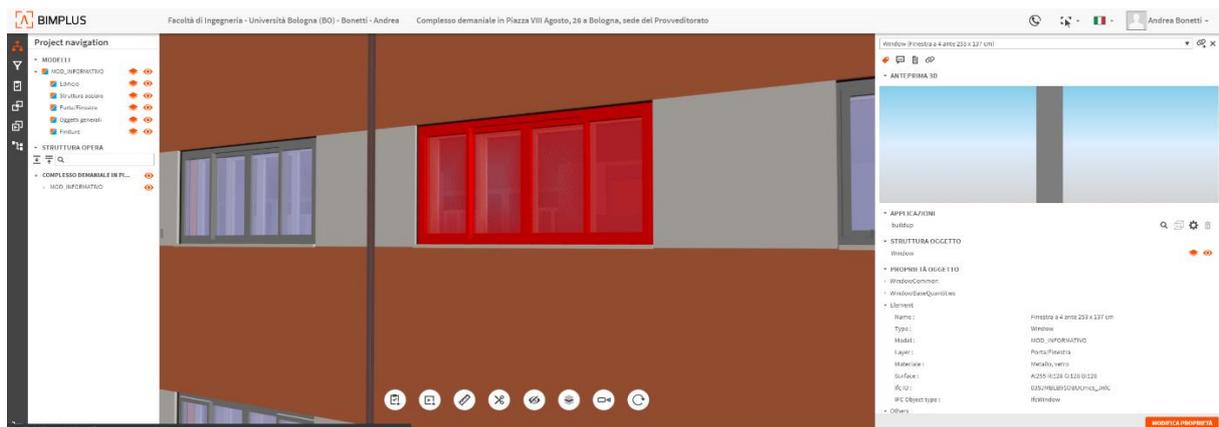


Wall.4.85										
Identification	Location	Quantities	Material	Relations	Classification	Hyperlinks	AllplanAttributes	Pset_WallCommon	Qto_WallBaseQuantit	
Property							Value			
Altezza vano parete							True			
Nome oggetto							Struttura parete perimetrale			
Object Layer Attributes #1.Allright_Comp_ID							0627Pa 000000488			
Object Layer Attributes #1.Categoria ristrutturazione							Stato di fatto			
Object Layer Attributes #1.DataFineLavorazione										
Object Layer Attributes #1.DataInizioLavorazione										
Object Layer Attributes #1.DurataLavorazione							1			
Object Layer Attributes #1.FaseDiProgetto							Stadio di Esercizio - Fase di Gestione, Manutenzione			
Object Layer Attributes #1.Materiale							Laterizio e malta			
Object Layer Attributes #1.Nome							Rivestimento a listelli orizz.			
Object Layer Attributes #1.Nome_oggetto										
Object Layer Attributes #1.Note							Filari di listelli in laterizio orizzontali [largh*alt] 4x1 cm separati da 1 cm di...			
Object Layer Attributes #1.NumeroOrdineProgressivo							1			
Object Layer Attributes #1.Opere							Opere muratura			
Object Layer Attributes #1.PaternitàResponsabile							Studente Andrea Bonetti			
Object Layer Attributes #1.PrezzoUnitario							0			
Object Layer Attributes #1.Raggruppatore_01							B. INVOLUCRO, ESTERNI			
Object Layer Attributes #1.Raggruppatore_02							B90. FINITURE ESTERNE			
Object Layer Attributes #1.Raggruppatore_03							B9010. FINITURE PARETI DIVISORIE, PARETI DI TAMPONAMENTO			
Object Layer Attributes #1.Raggruppatore_04							B901030. Rivestimenti			
Object Layer Attributes #1.Stringa#TagBIM							#CodiceDImpresaManutenzione = ""; #Raggruppatore_01 = "B. INVOLU...			
Object Layer Attributes #1.Strutturale_portante							False			
Object Layer Attributes #1.Tipo							Rivestimento in laterizio su intonaco			
Object Layer Attributes #1.TipologiaDIntervento							Rilievo dello stato di fatto			

Immagine 21: Vista del modello digitale caricato in formato aperto IFC sul visualizzatore Solibri Model Viewer v9.8, per verificare la corretta esportazione degli attributi informativi del rivestimento a listelli orizzontali, evidenziato in verde, della parete su Via Ciro Menotti del lotto 2.

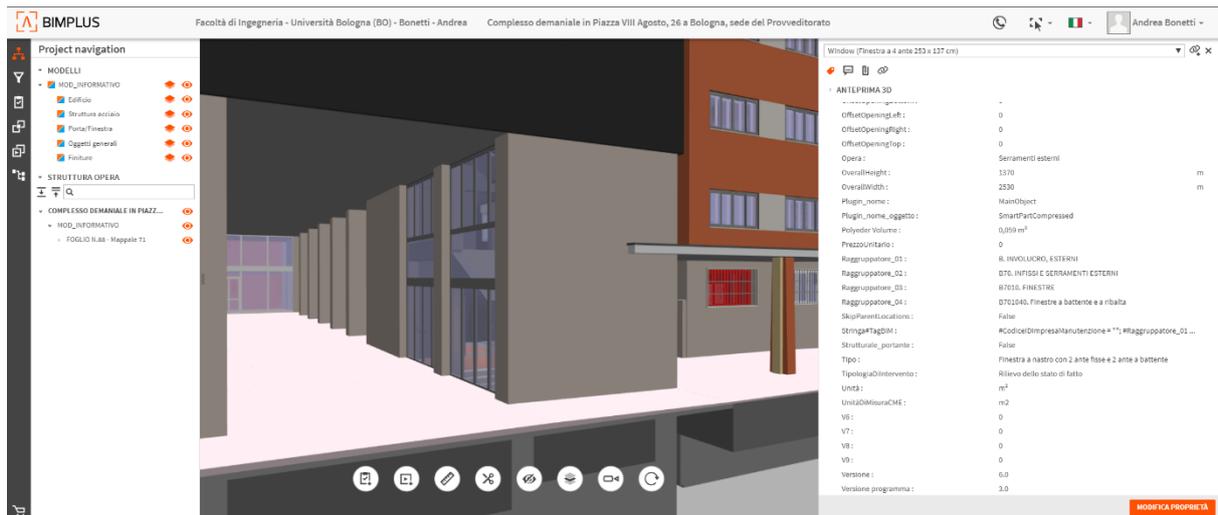


Immagine 50: Vista del modello informativo caricato in formato aperto IFC sulla Piattaforma ALLPLAN BIMPLUS per verificare la corretta esportazione degli attributi informativi del rivestimento a listelli orizzontali, evidenziato in rosso, della parete su Via Alessandrini del lotto 3.



Raggruppatore_01 :	B. INVOLUCRO, ESTERNI
Raggruppatore_02 :	B70. INFISSI E SERRAMENTI ESTERNI
Raggruppatore_03 :	B7010. FINESTRE
Raggruppatore_04 :	B701000. Finestre scorrevoli
SkipParentLocations :	False
Stringa#TagBIM :	#Codice#ImpresaManutenzione = "" ; #Raggruppatore_01 = ...
Strutturale_portante :	False
Tipo :	Finestra a nastro con 2 ante fisse e 2 ante scorrevoli
Tipologia#Intervento :	Rilievo dello stato di fatto

Immagine 51: Vista del modello informativo caricato in formato aperto IFC sulla Piattaforma ALLPLAN BIMPLUS per verificare la corretta esportazione degli attributi informativi di una finestra ad ante scorrevoli, evidenziata in rosso.



Window (Finestra a 4 ante 253 x 137 cm)

Property	Value	Unit
OffsetOpeningLeft :	0	
OffsetOpeningRight :	0	
OffsetOpeningTop :	0	
Opera :	Serramenti esterni	
OverallHeight :	1370	m
OverallWidth :	2530	m
Plugin_nome :	MainObject	
Plugin_nome_oggetto :	SmartPartCompressed	
Polyeder Volume :	0,059 m ³	
PrezzoUnitario :	0	
Raggruppatore_01 :	B. INVOLUCRO, ESTERNI	
Raggruppatore_02 :	B70. INFISSI E SERRAMENTI ESTERNI	
Raggruppatore_03 :	B7010. FINESTRE	
Raggruppatore_04 :	B701040. Finestre a battente e a ribalta	
SkipParentLocations :	False	
Stringa#TagBIM :	#CodiceIDimpresaManutenzione = ""; #Raggruppatore_01 ...	
Strutturale_portante :	False	
Tipo :	Finestra a nastro con 2 ante fisse e 2 ante a battente	
TipologiaDiIntervento :	Rilievo dello stato di fatto	
Unità :	m ²	

Immagine 22: Vista del modello informativo caricato in formato aperto IFC sulla Piattaforma ALLPLAN BIMPLUS per verificare la corretta esportazione degli attributi informativi di una finestra a battente e a ribalta, evidenziata in rosso.

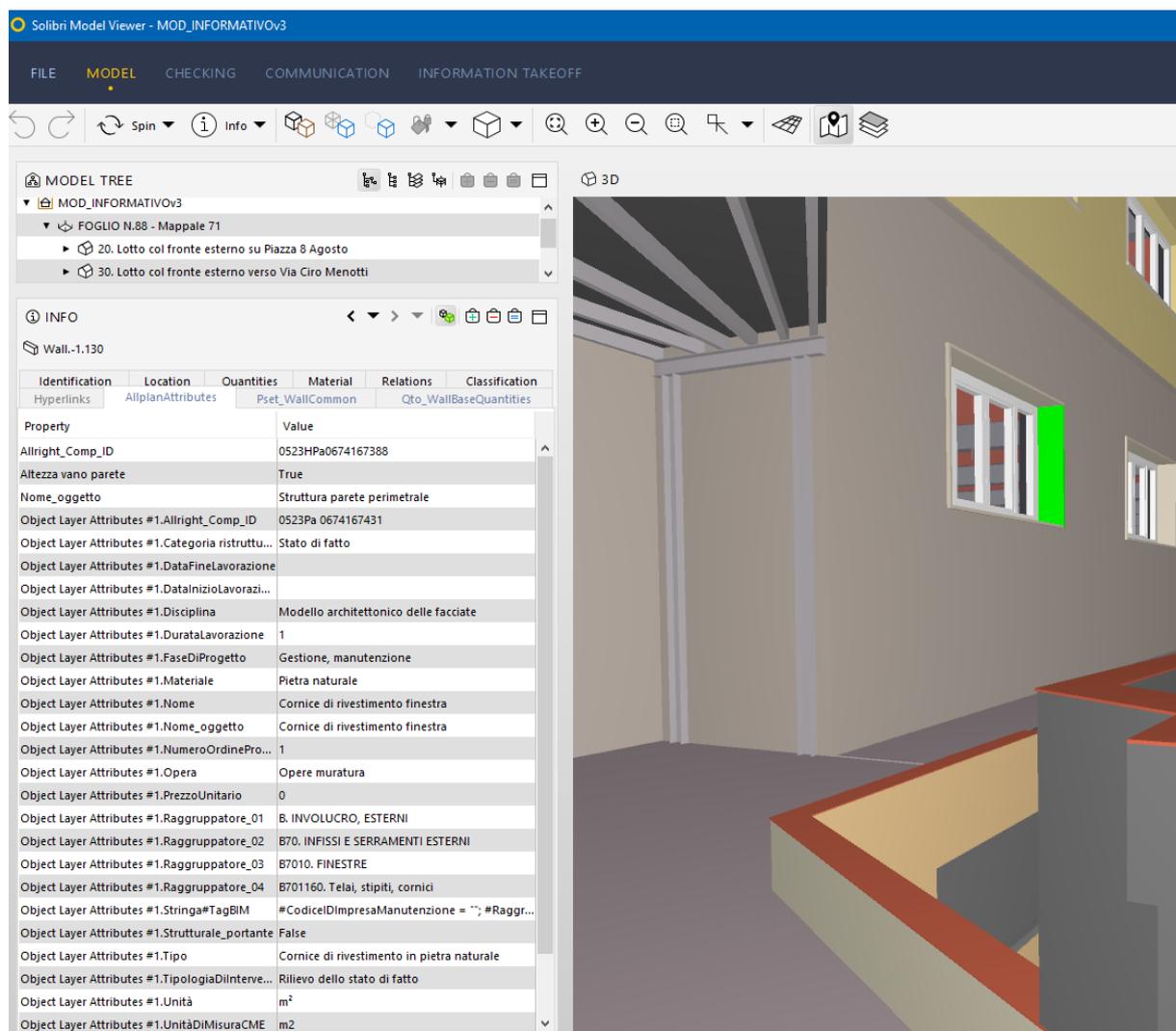
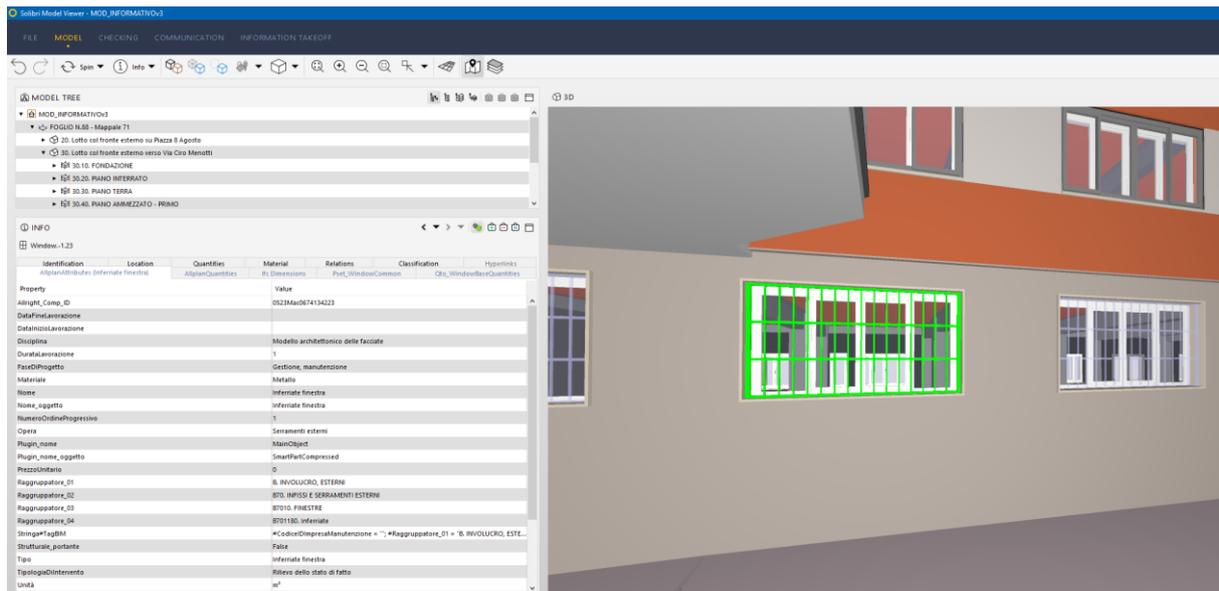


Immagine 52: Vista del modello digitale caricato in formato aperto IFC sul visualizzatore, per verificare la corretta esportazione degli attributi informativi dell'Intonaco, evidenziato in verde, della parete interna alla corte del lotto 2.

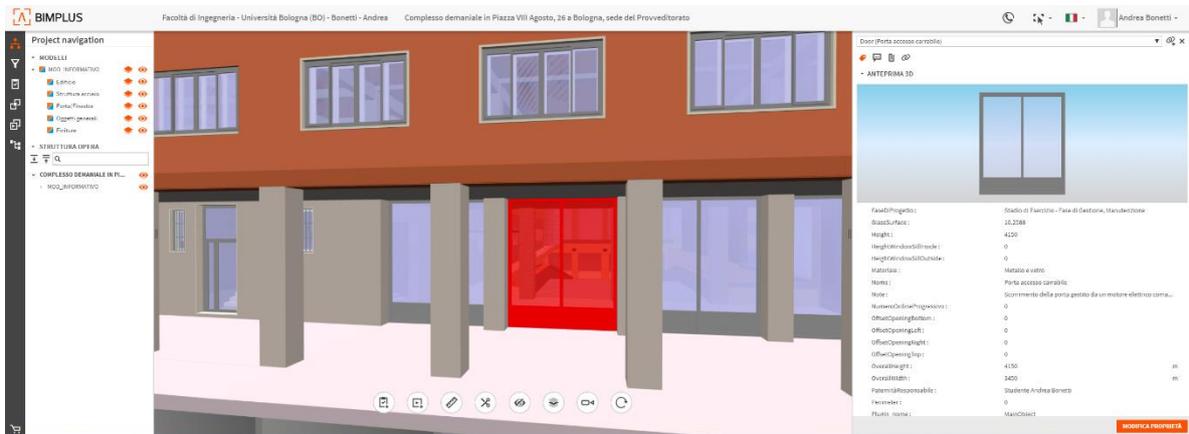


INFO

Window.-1.23

Identification	Location	Quantities	Material	Relations	Classification	Hyperlinks
AllplanAttributes (Inferriate finestra)		AllplanQuantities	Ifc Dimensions	Pset_WindowCommon	Qto_WindowBaseQuantities	
Property			Value			
Allright_Comp_ID			0523Mac0674134223			
DataFineLavorazione						
DataInizioLavorazione						
Disciplina			Modello architettonico delle facciate			
DurataLavorazione			1			
FaseDiProgetto			Gestione, manutenzione			
Materiale			Metallo			
Nome			Inferriate finestra			
Nome_oggetto			Inferriate finestra			
NumeroOrdineProgressivo			1			
Opera			Serramenti esterni			
Plugin_nome			MainObject			
Plugin_nome_oggetto			SmartPartCompressed			
PrezzoUnitario			0			
Raggruppatore_01			B. INVOLUCRO, ESTERNI			
Raggruppatore_02			B70. INFISSI E SERRAMENTI ESTERNI			
Raggruppatore_03			B7010. FINESTRE			
Raggruppatore_04			B701180. Inferriate			
Stringa#TagBIM			#CodiceImpresaManutenzione = ""; #Raggruppatore_01 = "B. INVOLUCRO, ESTE...			
Strutturale_portante			False			
Tipo			Inferriate finestra			
TipologiaDiIntervento			Rilievo dello stato di fatto			
Unità			m ²			

Immagine 23: Vista del modello digitale caricato in formato aperto IFC sul visualizzatore Solibri Model Viewer v9.8, per verificare la corretta esportazione degli attributi informativi dell'inferriata di una finestra del lotto 2, evidenziata in verde, della parete su Via Ciro Menotti.



Raggruppatore_01 :	B. INVOLUCRO
Raggruppatore_02 :	B70. INFISSI E SERRAMENTI ESTERNI
Raggruppatore_03 :	B7020. PORTE, PORTE FINESTRE, PORTONI
Raggruppatore_04 :	B702060. Porte scorrevoli
SkipParentLocations :	False
Tipo :	Porta accesso carrabile ad un'anta scorrevole
TipologiaDiIntervento :	Rilievo dello stato di fatto
Unità :	Pz
<hr/>	
FaseDiProgetto :	Stadio di Esercizio - Fase di Gestione, Manutenzione
GlassSurface :	10.2588
Height :	4150
HeightWindowSillInside :	0
HeightWindowSillOutside :	0
Materiale :	Metallo e vetro
Nome :	Porta accesso carrabile
Note :	Scorrimo della porta gestito da un motore elettrico coma...

Immagine 24: Vista del modello informativo caricato in formato aperto IFC sulla Piattaforma ALLPLAN BIMPLUS per verificare la corretta esportazione degli attributi informativi di una porta di accesso ad anta scorrevole, evidenziata in rosso.

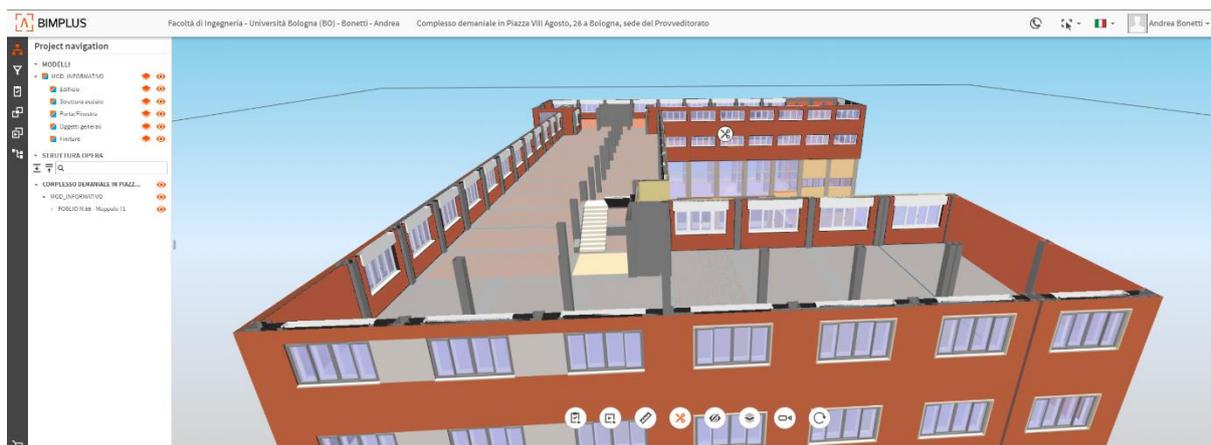
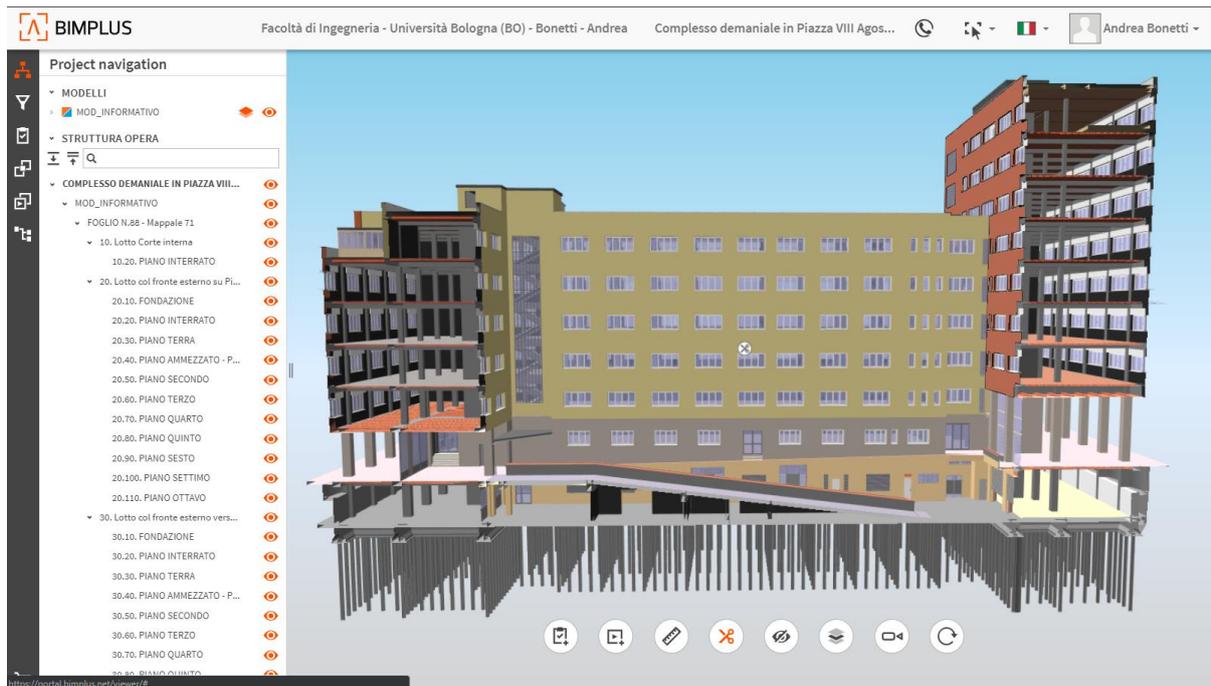


Immagine 25: Viste del modello informativo del caso di studio caricato in formato aperto IFC sulla Piattaforma ALLPLAN BIMPLUS sezionato verticalmente e orizzontalmente per mostrare la possibilità di effettuare sezioni in tempo reale del modello IFC, ad esempio a supporto degli attori che devono effettuare attività di manutenzione o interventi.

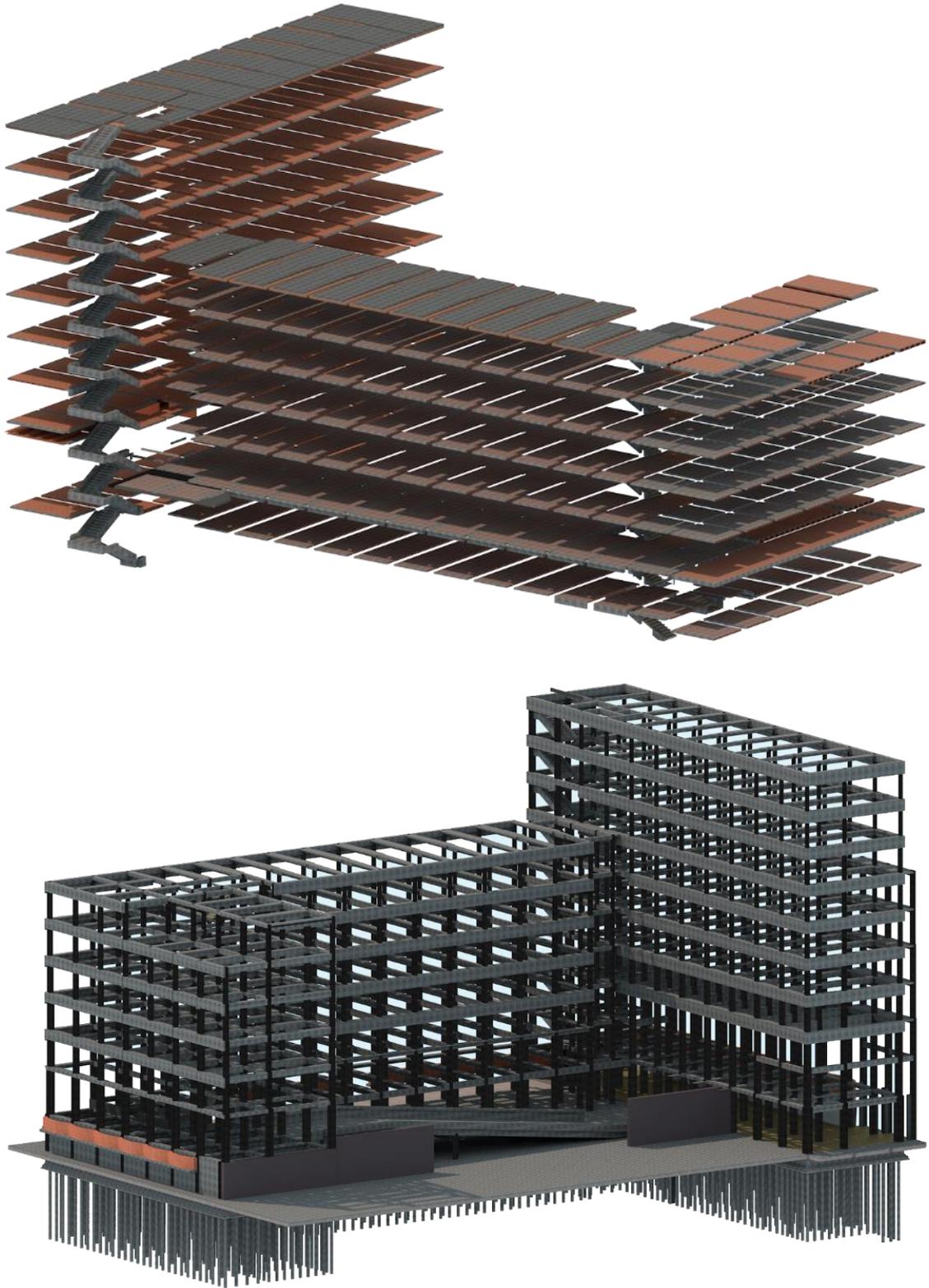


Immagine 26: Viste del modello strutturale: sopra dei differenti solai presenti nei tre blocchi, sotto un vista d'insieme dei telai dei 3 blocchi del complesso e della struttura della rampa carrabile di collegamento alla corte interna; modello realizzato col software di BIM authoring Allplan 2019.

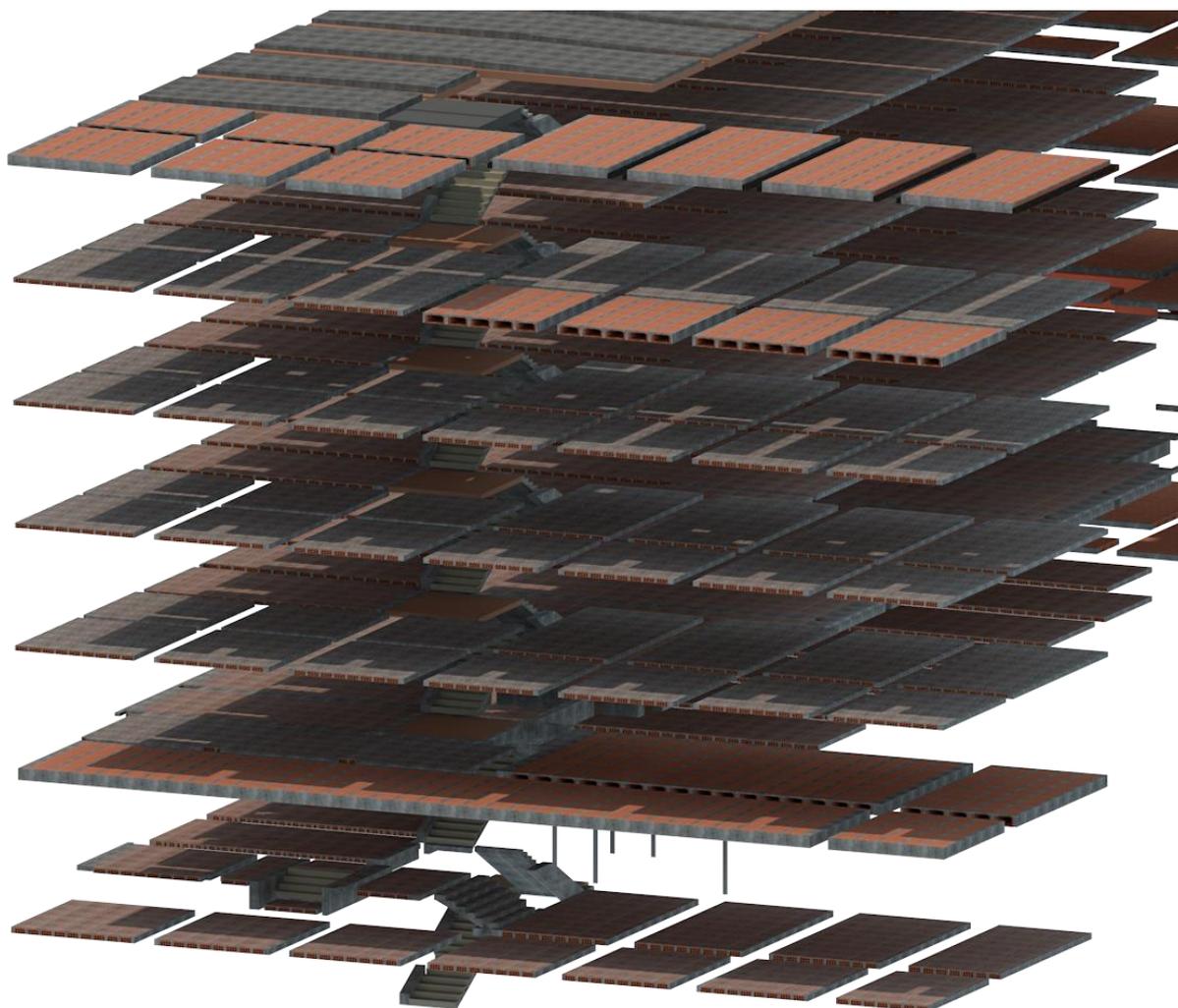


Immagine 53: Vista dei differenti solai del lotto 3 e più arretrati quelli del lotto 2 tratta dal modello strutturale del complesso; modello realizzato col software di BIM authoring Allplan 2019.

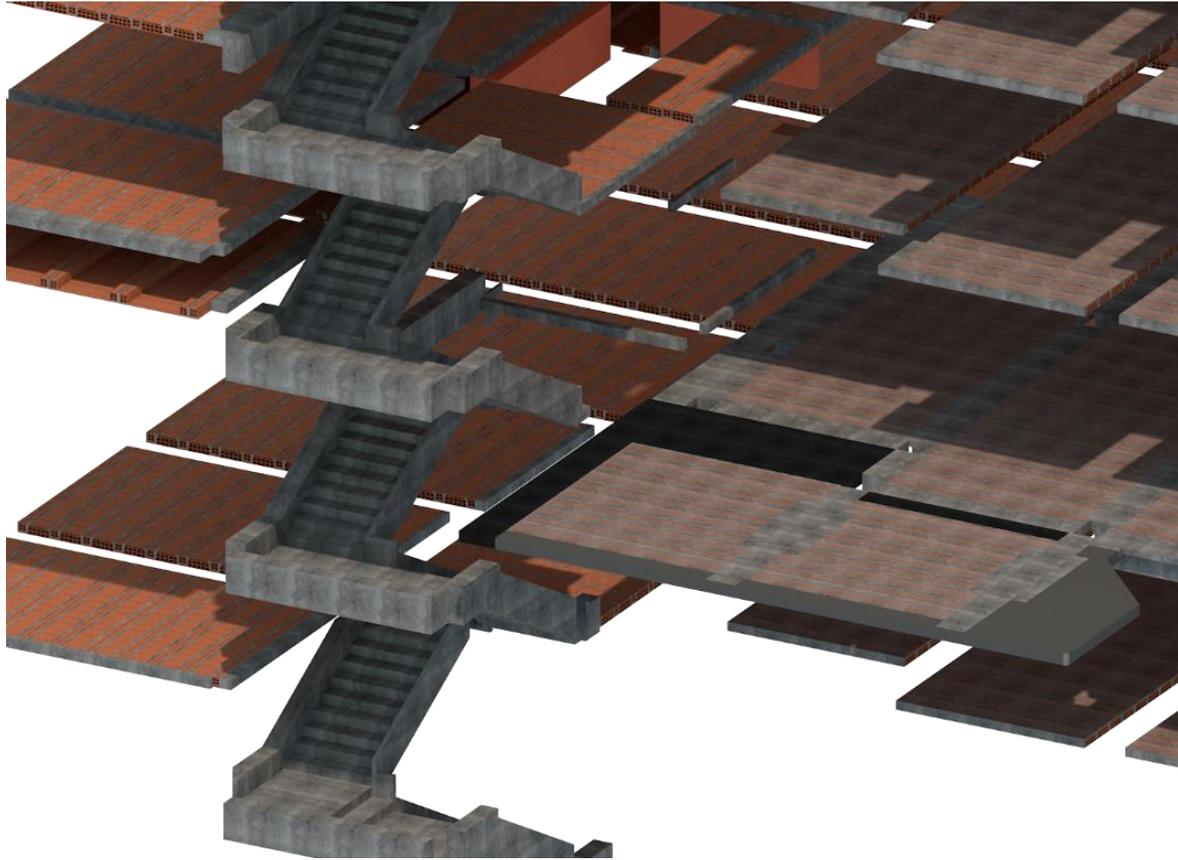


Immagine 54: Vista del modello strutturale: particolare della struttura della scala del blocco 1 e del solaio della pensilina dell'ingresso su Via Ciro Menotti; modello realizzato col software di BIM authoring Allplan 2019.

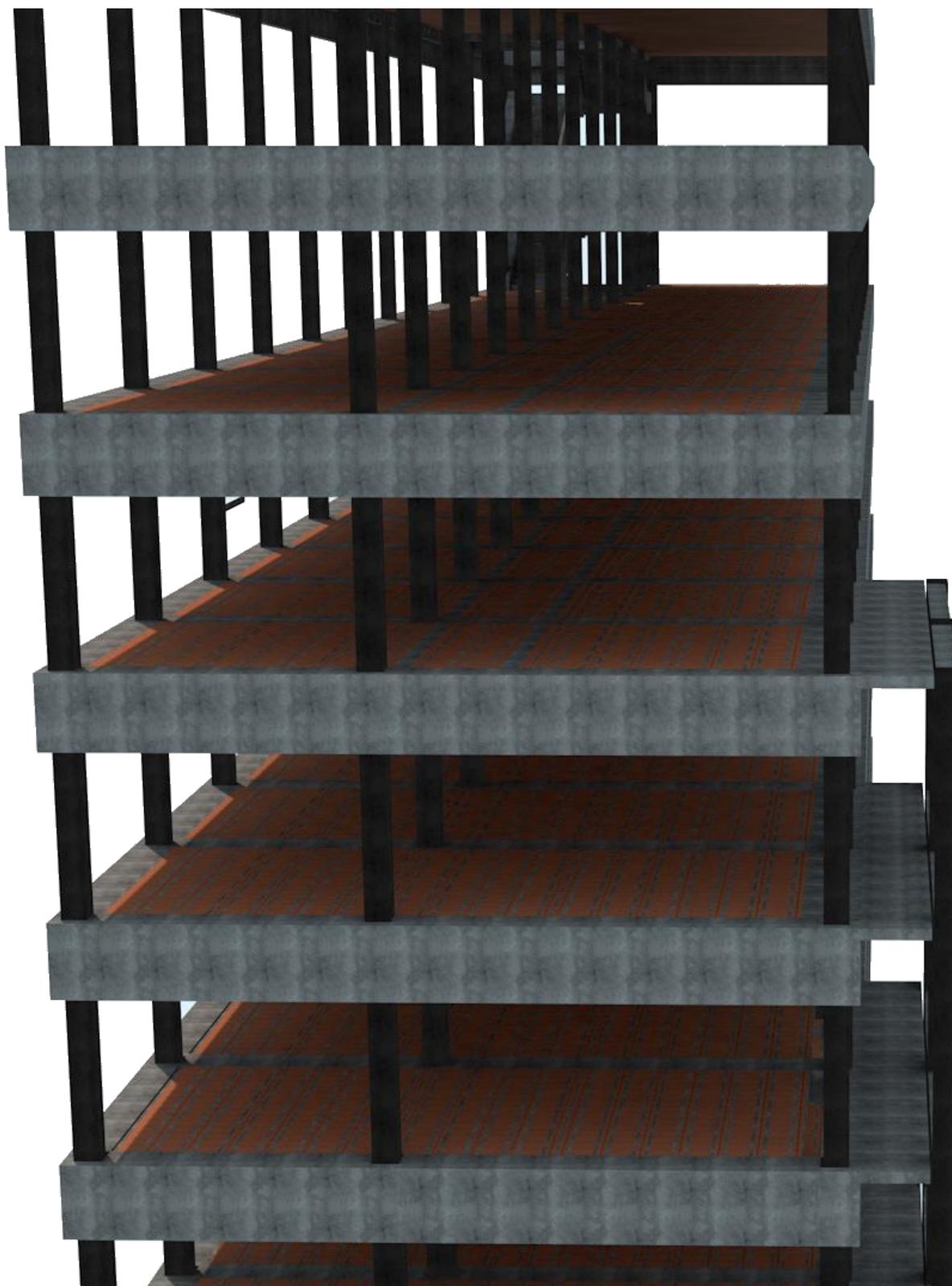


Immagine 55: Vista del modello strutturale con particolare dei solai SAPAL B del blocco 1; modello realizzato col software di BIM authoring Allplan 2019.

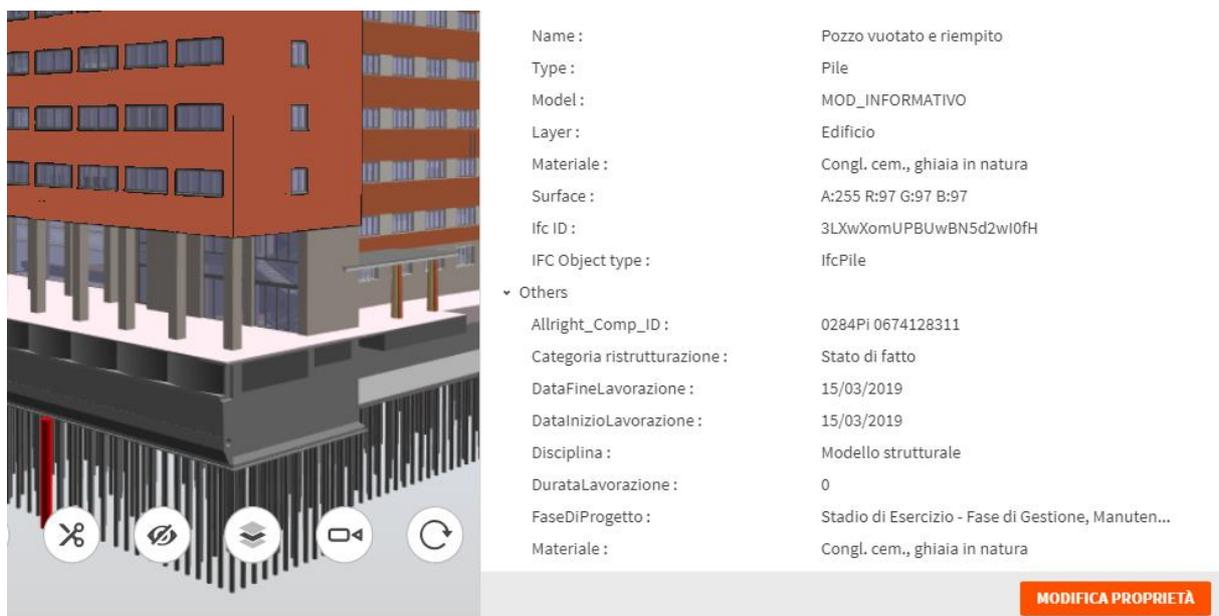
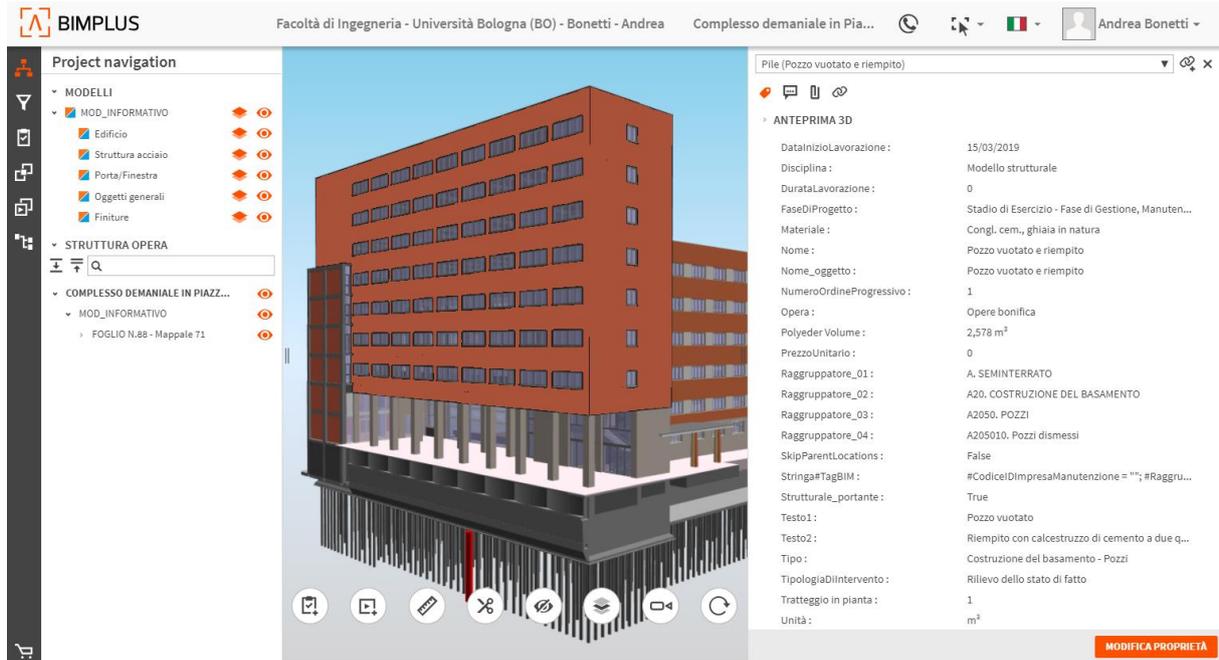


Immagine 27: Vista del modello informativo caricato in formato aperto IFC sulla Piattaforma ALLPLAN BIMPLUS per verificare la corretta esportazione degli attributi informativi di uno dei 3 pozzi situati sotto il blocco 1, evidenziato in rosso, oggi riempito.

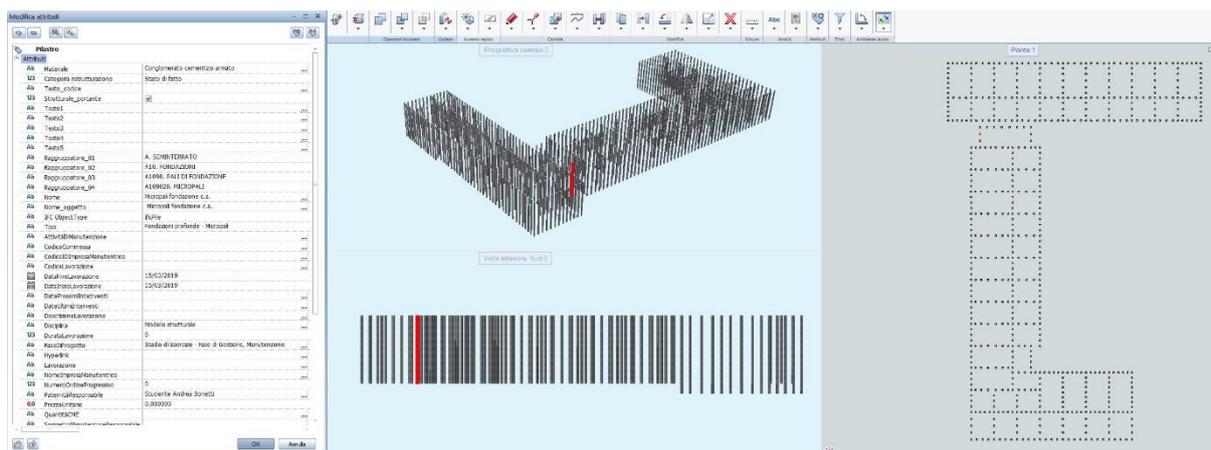


Immagine 56: Vista dell'inserimento all'interno del software di BIM authoring Allplan 2019 degli attributi informativi dei Micropali di fondazione dei 3 blocchi del complesso.

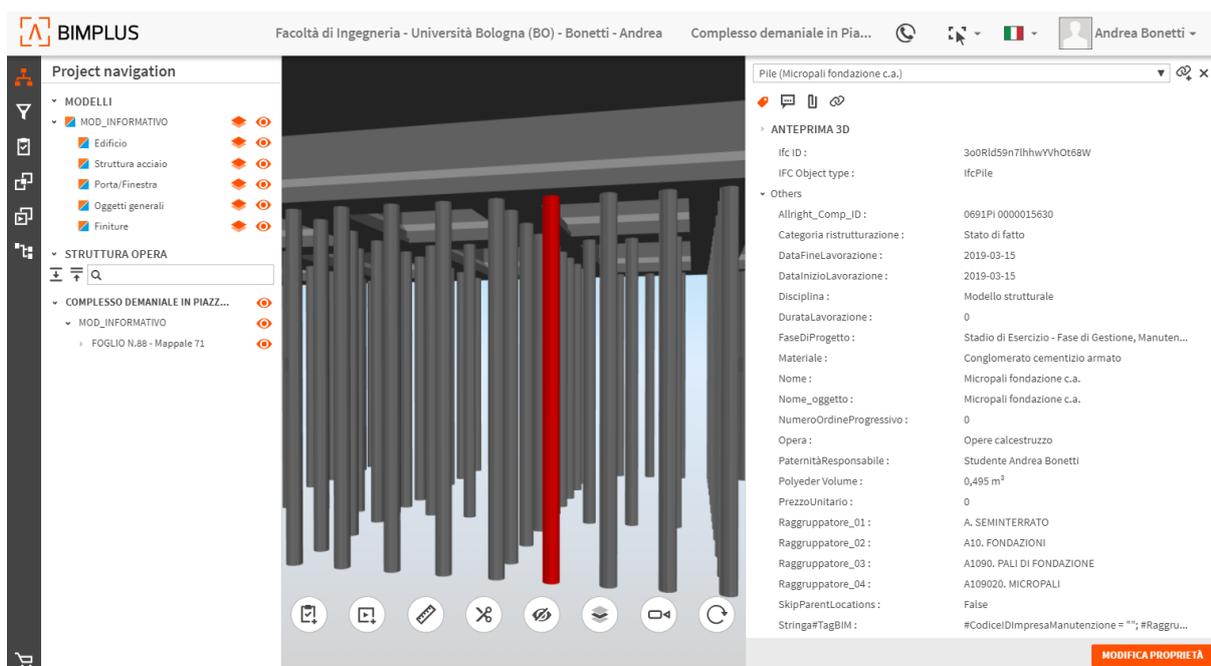


Immagine 57: Vista del modello informativo caricato in formato aperto IFC sulla Piattaforma ALLPLAN BIMPLUS per verificare la corretta esportazione degli attributi informativi dei Micropali di fondazione dei 3 blocchi del complesso.

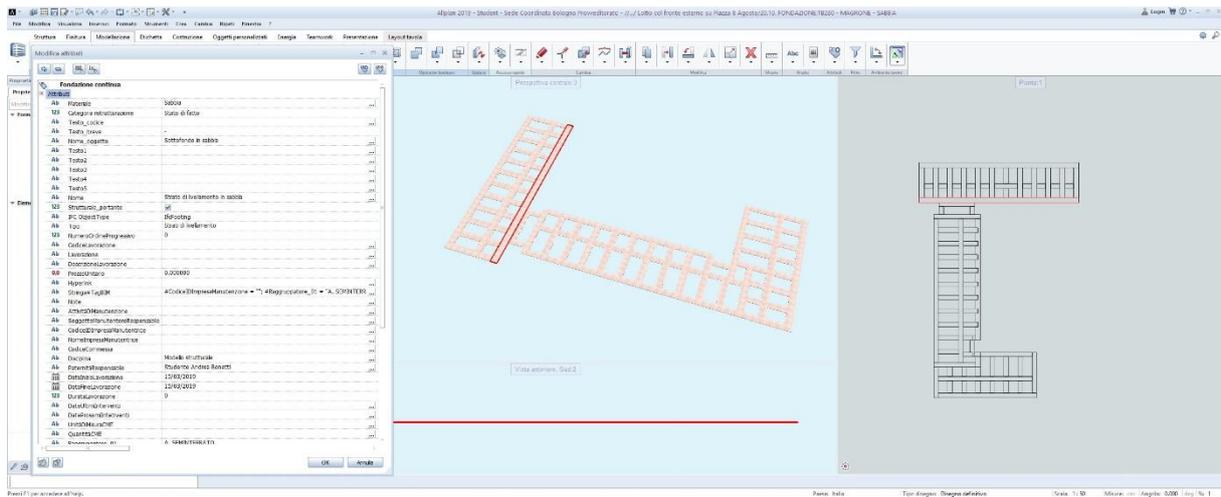


Immagine 58: Vista dello strato di livellamento in sabbia dei 3 blocchi del complesso e dei relativi attributi informativi, inseriti all'interno del software di BIM authoring Allplan 2019.

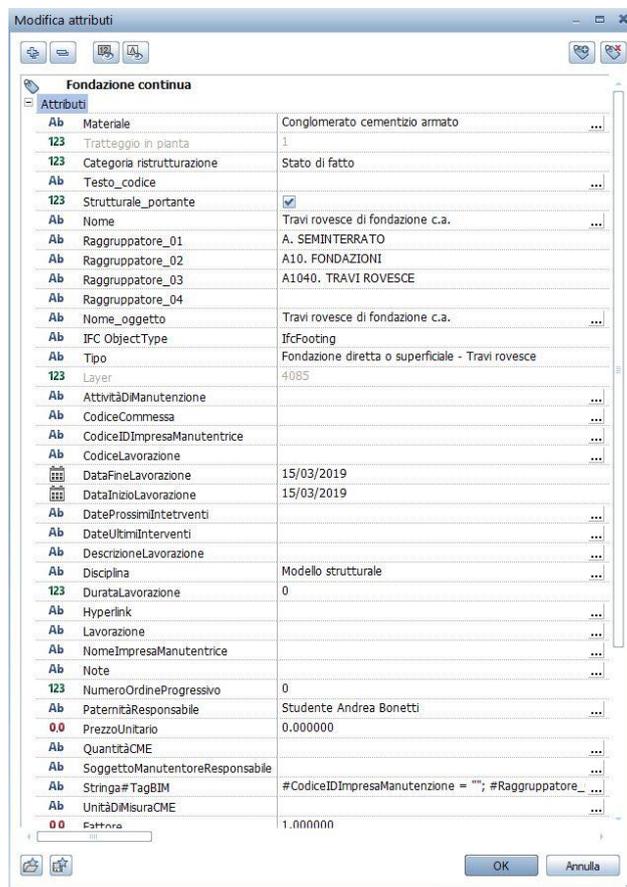
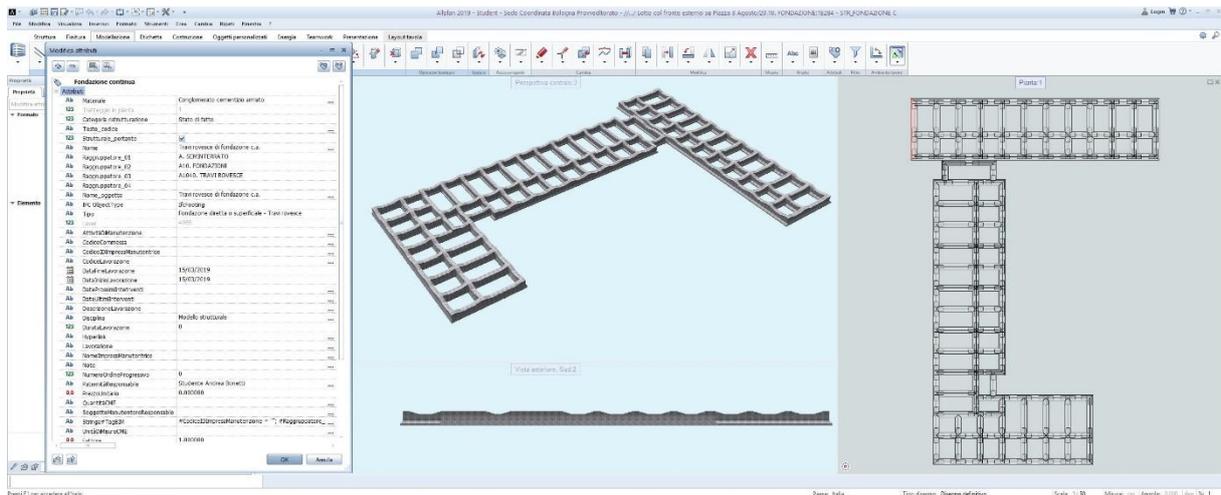
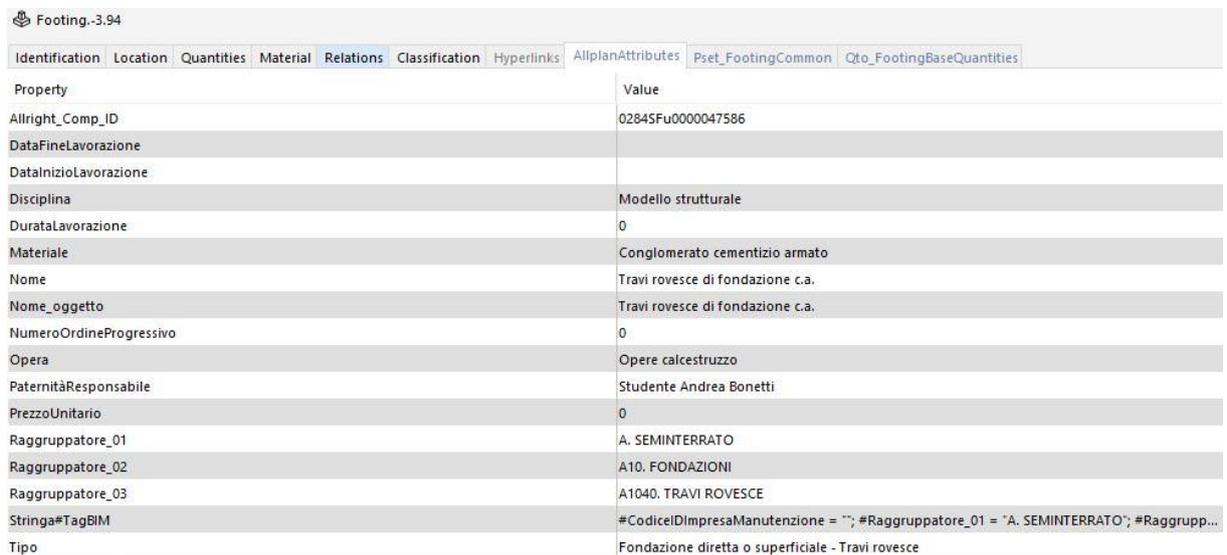
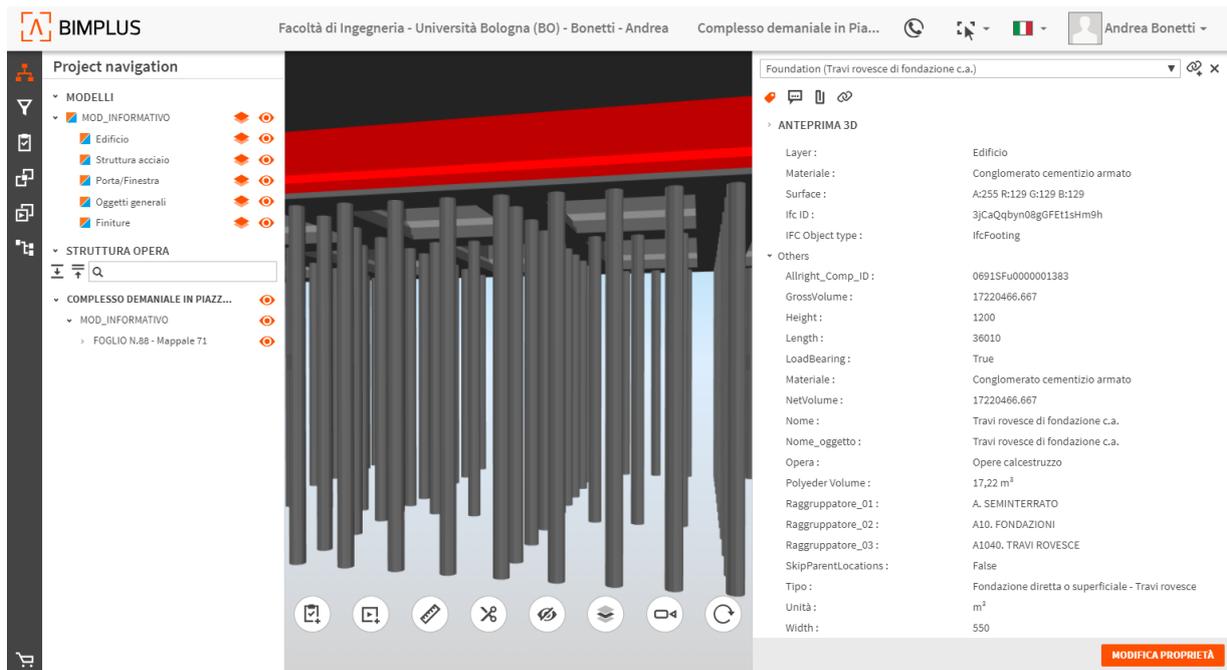
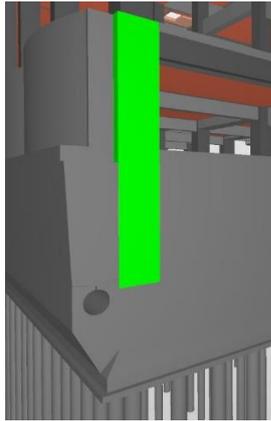


Immagine 28: Vista delle travi rovesce di fondazione dei 3 blocchi del complesso con i relativi attributi informativi inseriti nel modello strutturale all'interno del software di BIM authoring Allplan 2019.



Immagini 29: Viste del modello informativo caricato in formato aperto IFC, rispettivamente sulla Piattaforma ALLPLAN BIMPLUS e sul visualizzatore Solibri Model Viewer v9.8, per verificare la corretta esportazione degli attributi informativi delle travi rovesce di fondazione dei 3 blocchi del complesso.



INFO
Column--2.20

Identification	Location	Quantities	Material	Relations	Classification	Hyperlinks	AllplanAttributes	AllplanQuantities	Pset_ColumnCommon
Property	Value								
Site	FOGLIO N.88 - Mappale 71								
Building	20. Lotto col fronte esterno su Piazza 8 Agosto								
Floor	20.20. PIANO INTERRATO								
Federated Floor	20.20. PIANO INTERRATO								
Top Elevation	4.35 m								
Bottom Elevation	-150 mm								
Distance to Next Floor	50 mm								
Global Top Elevation	-75 mm								
Global Bottom Elevation	-4.58 m								
Global X	-166.95 m								
Global Y	56.58 m								

INFO
Column--2.20

Identification	Location	Quantities	Material	Relations	Classification	Hyperlinks	AllplanAttributes	Allpla
Property	Value							
Length	4.50 m							
Bottom Area	0.49 m2							
Diameter	990 mm							
Profile Height	700 mm							
Profile Width	700 mm							
Skin Area	12.60 m2							
Volume	2.21 m3							
Bounding Box Height	4.50 m							
Bounding Box Length	700 mm							
Bounding Box Width	700 mm							

INFO
Column--2.20

Identification	Location	Quantities	Material	Relations	Classification	Hyperlinks	AllplanAttributes	AllplanQuantities	Pset_C
Property	Value								
Model	MOD_STR_L1 + INFO								
Discipline	Architectural								
Name	Pilastro c.a.								
Type									
Type Name									
Description									
Material	Conglomerato cementizio armato								
Layer									
System									
Profile Type	Rectangular								
Building Envelope	False								
Geometry	Boundary Representation								
Application	Allplan								
GUID	081W47HC926855ee8pu0Tu								
BATID									

INFO
Column--2.20

Identification	Location	Quantities	Material	Relations	Classification	Hyperlinks	AllplanAttributes	AllplanQuantities	Pset_ColumnCommon	Qto_ColumnBaseQuantities
Property	Value									
Allright_Comp_ID	0252Pi 0000043873									
DataFineLavorazione										
DataInizioLavorazione										
Disciplina	Modello strutturale									
DurataLavorazione	0									
FaseDiProgetto	Stadio di Esercizio - Fase di Gestione, Manutenzione									
Materiale	Conglomerato cementizio armato									
Nome	Pilastro c.a.									
Nome_oggetto	Pilastro c.a.									
NumeroOrdineProgressivo	0									
Opera	Opere calcestruzzo									
PaternitàResponsabile	Studiante Andrea Bonetti									
PrezzoUnitario	0									
Raggruppatore_01	B. INVOLUCRO, ESTERNI									
Raggruppatore_02	B10. ELEVAZIONI									
Raggruppatore_03	B1010. PILASTRI									
Stringa#TagBIM	#CodiceIDImpresaManutenzione = ""; #Raggruppatore_01 = "B. INVOLUCRO, ESTERNI"; #Ragg.									
Tipo	Pilastri									
Tratteggio in pianta	1									
Unità	m³									

Immagine 30: Vista del modello informativo caricato in formato aperto IFC sul software Solibri Model Viewer v9.8 per verificare la corretta esportazione degli attributi informativi del pilastro d'angolo al piano interrato del blocco 1 del complesso.

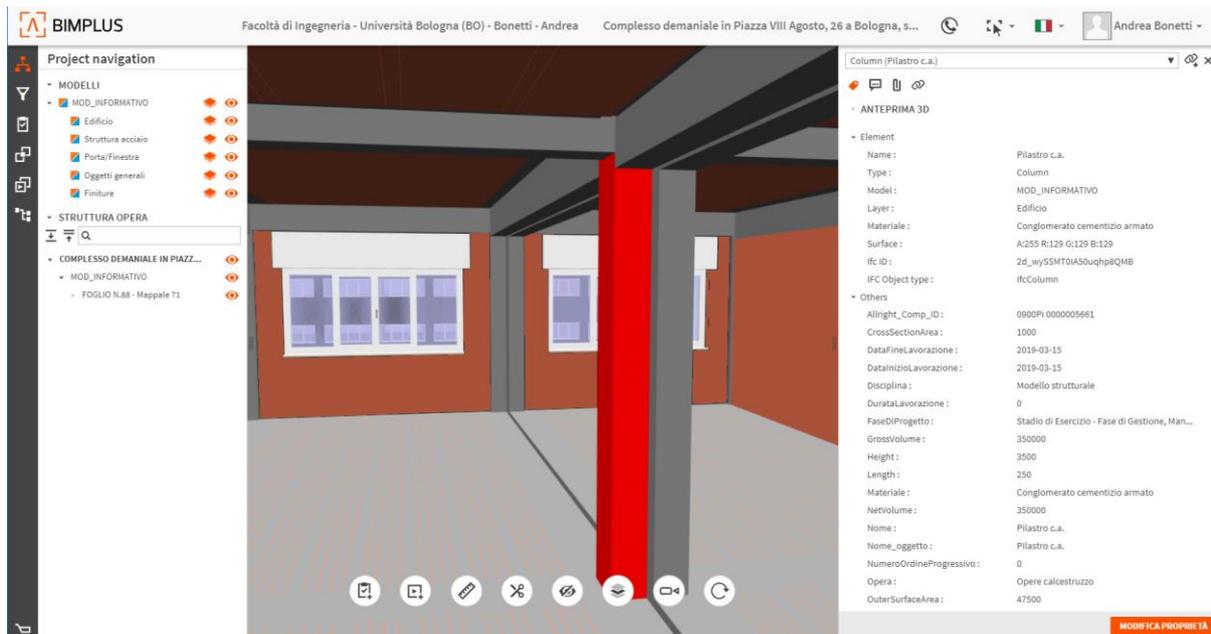


Immagine 59: Vista del modello informativo caricato in formato aperto IFC sulla Piattaforma ALLPLAN BIMPLUS per verificare la corretta esportazione degli attributi informativi nei pilastri interni del blocco 3.

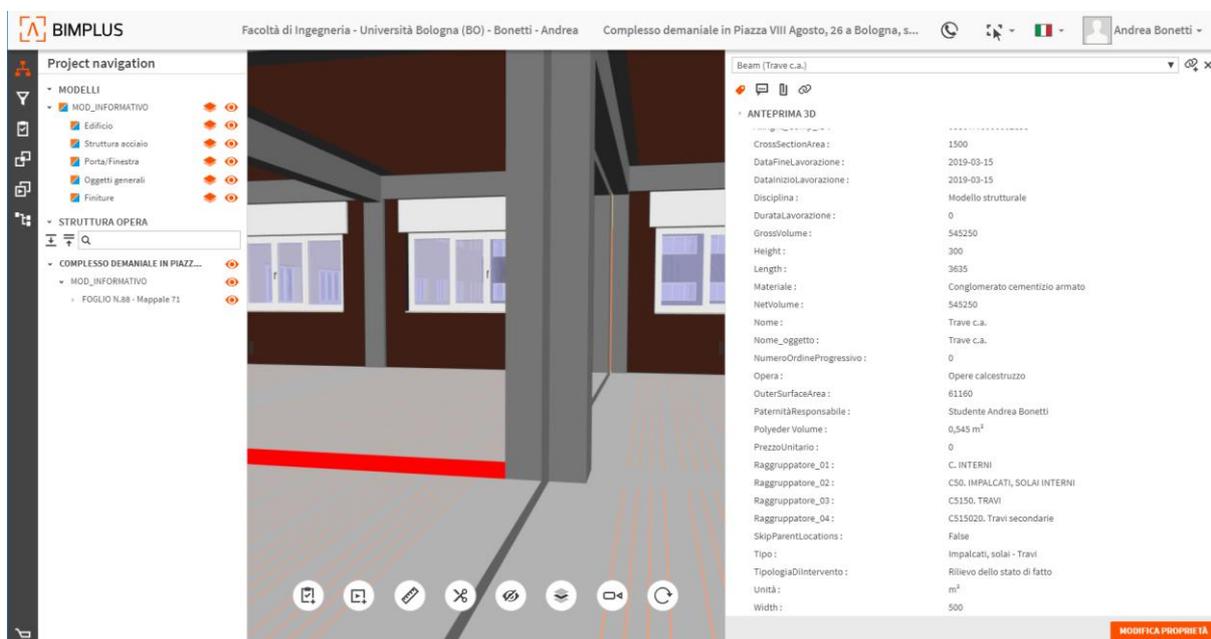
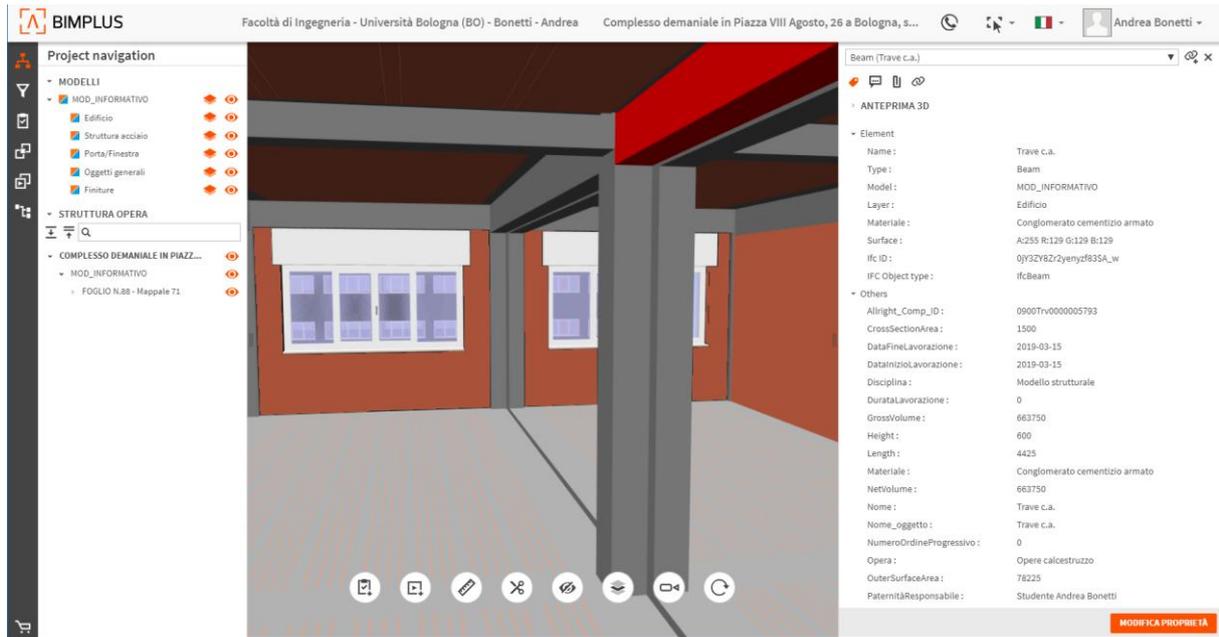


Immagine 60: Vista del modello informativo caricato in formato aperto IFC sulla Piattaforma ALLPLAN BIMPLUS per verificare la corretta esportazione degli attributi informativi nelle travi secondarie interne del blocco 3.



<ul style="list-style-type: none"> ▼ Element Name: Trave c.a. Type: Beam Model: MOD_INFORMATIVO Layer: Edificio Materiale: Conglomerato cementizio armato Surface: A:255 R:129 G:129 B:129 Ifc ID: 0jY3ZY8Zr2yenyzf83SA_w Ifc Object type: IfcBeam 	<ul style="list-style-type: none"> CrossSectionArea: 1500 DataFineLavorazione: 2019-03-15 DataInizioLavorazione: 2019-03-15 Disciplina: Modello strutturale DurataLavorazione: 0 GrossVolume: 663750 Height: 600 Length: 4425 Materiale: Conglomerato cementizio armato NetVolume: 663750 Nome: Trave c.a. Nome_oggetto: Trave c.a. NumeroOrdineProgressivo: 0 Opera: Opere calcestruzzo OuterSurfaceArea: 78225 PaternitàResponsabile: Studente Andrea Bonetti
<ul style="list-style-type: none"> ▼ Others Allright_Comp_ID: 0900Trv0000005793 CrossSectionArea: 1500 DataFineLavorazione: 2019-03-15 DataInizioLavorazione: 2019-03-15 Disciplina: Modello strutturale DurataLavorazione: 0 GrossVolume: 663750 Height: 600 Length: 4425 Materiale: Conglomerato cementizio armato NetVolume: 663750 Nome: Trave c.a. Nome_oggetto: Trave c.a. NumeroOrdineProgressivo: 0 Opera: Opere calcestruzzo OuterSurfaceArea: 78225 PaternitàResponsabile: Studente Andrea Bonetti 	<ul style="list-style-type: none"> Polyeder Volume: 0,664 m³ PrezzoUnitario: 0 Raggruppatore_01: B. INVOLUCRO Raggruppatore_02: B50. IMPALCATI, SOLAI ESTERNI Raggruppatore_03: B5150. TRAVI Raggruppatore_04: B515010. Travi principali o primarie SkipParentLocations: False Tipo: Impalcati, solai - Travi TipologiaDiIntervento: Rilievo dello stato di fatto Unità: m³ Width: 250

Immagine 31: Vista del modello informativo caricato in formato aperto IFC sulla Piattaforma ALLPLAN BIMPLUS per verificare la corretta esportazione degli attributi informativi nelle travi primarie del blocco 3.

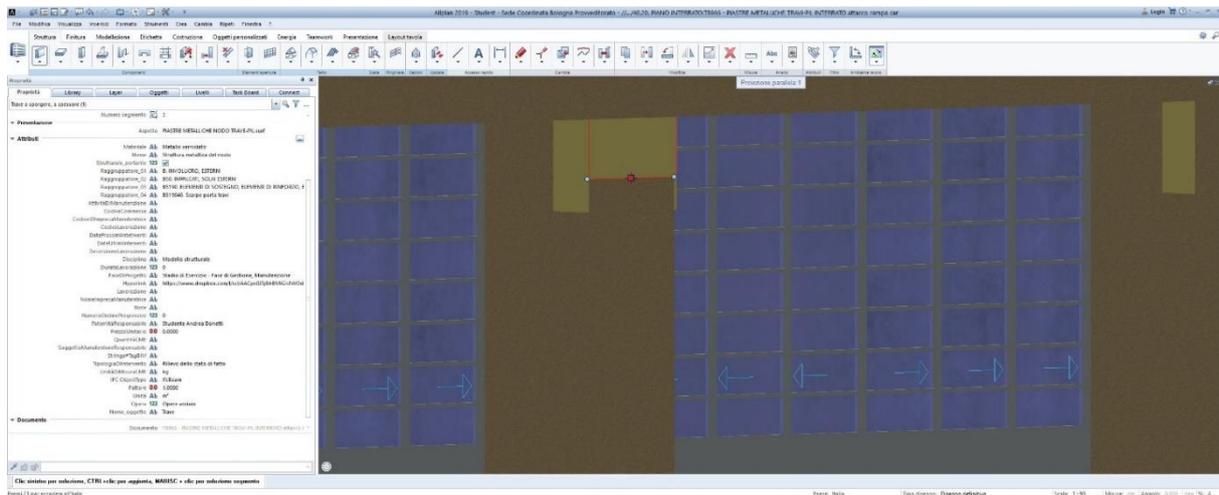
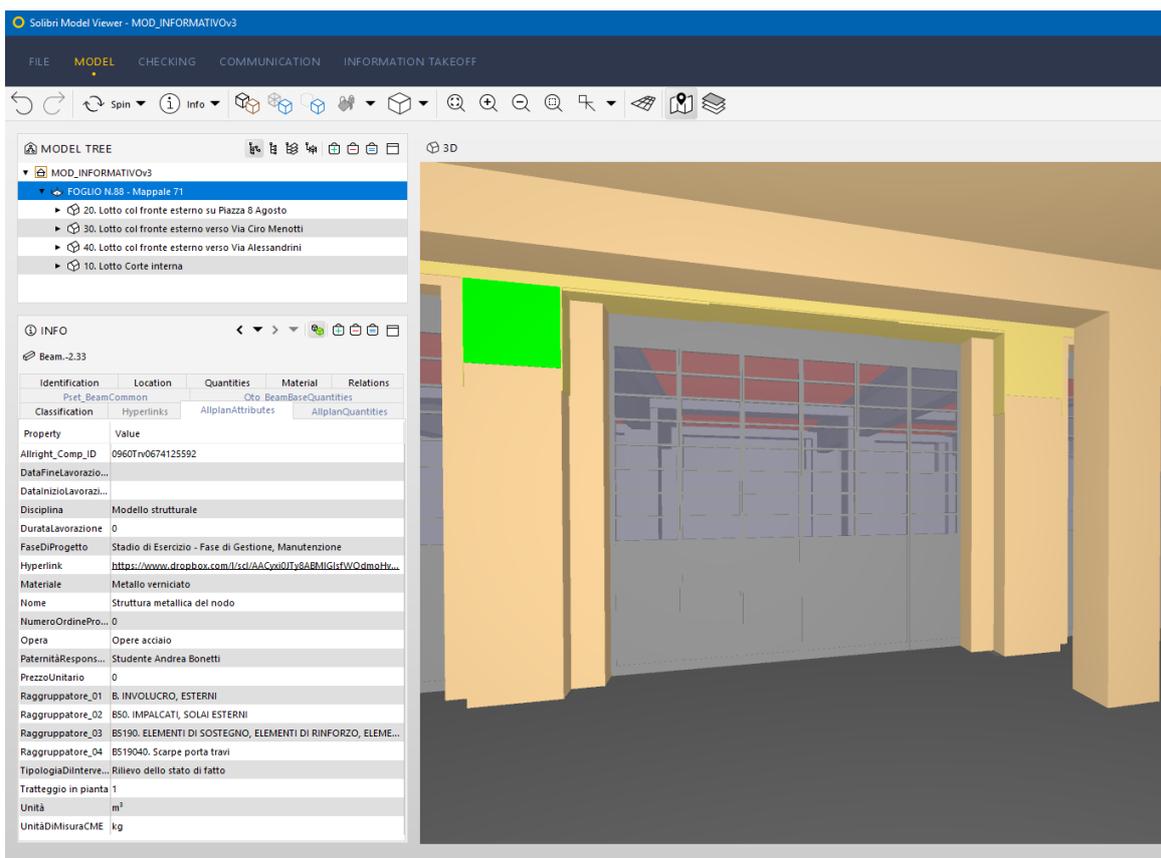


Immagine 32: inserimento, tramite Allplan 2019, degli attributi informativi degli oggetti BIM delle piastre metalliche a ripristino del nodo trave-pilastro nel lotto 3



Immagine 33: fotoriproduzione in sito delle piastre metalliche a ripristino del nodo e due render di come queste sono state virtualizzate nel modello informativo



Classification	Hyperlinks	AllplanAttributes	AllplanQuantities
Property	Value		
Allright_Comp_ID	0960Trv0674125592		
DataFineLavorazio...			
DataInizioLavorazi...			
Disciplina	Modello strutturale		
DurataLavorazione	0		
FaseDiProgetto	Stadio di Esercizio - Fase di Gestione, Manutenzione		
Hyperlink	https://www.dropbox.com/l/sc1/AACyx0JT8ARMIGIsfW0dmoHv...		
Materiale	Metallo verniciato		
Nome	Struttura metallica del nodo		
NumeroOrdinePro...	0		
Opera	Opere acciaio		
PaternitàRespons...	Studiante Andrea Bonetti		
PrezzoUnitario	0		
Raggruppatore_01	B. INVOLUCRO, ESTERNI		
Raggruppatore_02	B50. IMPALCATI, SOLAI ESTERNI		
Raggruppatore_03	B5190. ELEMENTI DI SOSTEGNO, ELEMENTI DI RINFORZO, ELEME...		
Raggruppatore_04	B519040. Scarpe porta travi		
TipologiaDiInterve...	Rilievo dello stato di fatto		
Tratteggio in pianta	1		
Unità	m ³		
UnitàDiMisuraCME	kg		

Immagine 34: Vista del contenuto informativo ottenuto dall'interrogazione attraverso un software visualizzatore (nel caso specifico Solibri Model Viewer v9.8) del modello digitale in formato IFC da parte di un attore della commessa che necessita dei dati sulle piastre metalliche.

7. Conclusioni e prospettive future

Dal 2011, in seguito all'esposizione nella Fiera di Hannover del "Manifesto dei Principi del Zukunftsprojekt Industrie 4.0" (ispirato ad un lavoro del governo tedesco, al quale segue poco tempo dopo l'iniziativa europea Industry 4.0) l'interesse verso l'adozione di tecnologie abilitanti a supporto della crescita della produttività del lavoro (transizione verso approcci aperti alla condivisione, collaborazione, digitalizzazione, sostenibilità, automazione) nei processi produttivi dell'industria delle costruzioni (*"per risolvere i problemi della produzione e dell'edilizia"*) è costantemente aumentato.

Uno dei fattori abilitanti chiave introdotti dal Piano Industria 4.0 è la digitalizzazione. Nelle fasi iniziali, in questa materia l'attenzione all'interno della filiera delle costruzioni è stata rivolta all'ottimizzazione dei processi progettuali per le nuove realizzazioni (o in maniera prevalente verso la pianificazione e la gestione degli appalti pubblici, ne è un esempio virtuoso il Regno Unito).

Finora in Italia questi processi sono stati applicati su diversi interventi di nuova realizzazione e se ne sono riscontrati i vantaggi rispetto alle metodologie tradizionali utilizzate in precedenza.

Più di recente, in attuazione dell'articolo 23, comma 13 del Codice degli Appalti (D.Lgs. 50/2016 e successivi aggiornamenti), la Commissione Ministeriale presieduta dal Provveditore Ing. Baratono ha elaborato quello che, dopo essere stato emanato, è diventato il D.M. 560 del 1° dicembre 2017 nel quale sono definiti l'obbligo graduale (in base a criteri temporali, di complessità delle opere e di importi dei lavori) e l'applicazione delle metodologie di lavoro e degli strumenti BIM (durante l'intero ciclo di vita delle opere) negli Appalti Pubblici da parte degli attori coinvolti.

Un ulteriore supporto normativo fondamentale (seppure attualmente non cogente) per promuovere degli standard condivisi nelle metodologie di lavoro digitalizzate e BIM in Italia è la Norma UNI 11337. Questa disposizione è frutto di numerosi tavoli di lavoro ai quali hanno partecipato i maggiori operatori pubblici, privati del settore edilizio e una volta completata sarà composta da dieci parti; attualmente ne sono state pubblicate solo alcune (1, 3, 4, 5, 6, 7), le

restanti sono ancora in sviluppo. L'approccio presentato nella differenti parti del testo considera l'opera in tutte le fasi del ciclo di vita e propone anche delle procedure applicabili nella trattazione di interventi sull'esistente.

Nel contesto nazionale, il patrimonio edilizio esistente (relativamente alle categorie catastali del gruppo A) è caratterizzato per la maggior parte (circa l'86%) da edifici realizzati da oltre 30 anni (o poco meno del 60 %, nel caso degli immobili con più di quarant'anni) che versano in condizioni di vetustà.

Inoltre, il Paese dispone del patrimonio storico-artistico più vasto al mondo, ed attualmente, come afferma Paul Teicholz, in "Labor-Productivity Declines in the Construction Industry: Causes and Remedies (Another Look), 2013": "in Italia più del 70% del mercato delle costruzioni è rappresentato da interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria".

Ulteriormente, come evidenziano i risultati del rapporto del Centro Studi di Immobiliare.it (riportati nell'introduzione di questa tesi), in Italia *"gli immobili ultraquarantenni non ristrutturati hanno un prezzo al metro quadro mediamente inferiore del 25% rispetto a quello delle abitazioni realizzate a partire del 2000"*. Pertanto, risultano evidenti i motivi delle diverse sperimentazioni (attualmente in corso da parte di privati, imprese, Università ed Enti Pubblici, stimolate dall'introduzione di specifiche norme a supporto) e dell'interesse nell'introduzione delle nuove tecnologie abilitanti (digitalizzazione, modellazione BIM, IoT, etc.) all'interno del processo produttivo edilizio in merito alla gestione del patrimonio costruito italiano.

La scelta di sperimentare un'applicazione delle normative sopracitate, coerente ai principi da queste introdotti, per ottimizzare i processi digitali di gestione delle informazioni di un edificio a supporto delle figure coinvolte nella progettazione dei futuri interventi sull'esistente è maturata in seguito alla mia esperienza di tirocinio curriculare (durante la quale ho avuto la possibilità di apprendere aspetti amministrativi e di gestione delle Opere Pubbliche) presso il Provveditorato Interregionale per le Opere Pubbliche per la Lombardia e l'Emilia-Romagna ("guidato" dal Provveditore Ing. Baratono, promotore decisivo nell'introduzione della normativa nazionale sul BIM in Italia), resa possibile in

virtù della convenzione attivata nel 2017 tra lo stesso Provveditorato e l'Università di Bologna.

L'ottimizzazione dei processi digitali per la gestione del patrimonio edilizio esistente durante la fase di esercizio, realizzata attraverso la progettazione di un processo chiaro, flessibile, scalabile, replicabile, self-service, per organizzare le informazioni degli oggetti BIM all'interno del modello BIM dell'opera in esame e renderle disponibili (attraverso un formato di scambio aperto) agli attori che interverranno nelle fasi successive del suo ciclo di vita è stata attuata seguendo una successione di passaggi complementari tra loro.

La redazione della documentazione informativa di un'opera esistente aggiornata, accessibile e strutturata in maniera adeguata a rispondere alle esigenze degli attori coinvolti nei futuri interventi ha richiesto:

- la realizzazione di un sistema di classificazione basato sugli oggetti (ovvero seguendo l'approccio PBS, Product Breakdown Structure, idoneo ai requisiti degli strumenti di modellazione parametrica ad oggetti e alla struttura gerarchica ad albero del formato IFC⁸⁰), per scomporre (secondo una gerarchia ad albero su più livelli) nei suoi elementi costruttivi "elementari" (virtualizzati come oggetti BIM all'interno del modello informativo) l'organismo edilizio esistente;
- la definizione di attributi (geometrici, informativi o non geometrici) specifici rilevanti per ogni oggetto BIM a seconda degli usi e degli obiettivi dei modelli digitali e della fase di sviluppo (LOD) approvata nella quale si trova ciascun elemento costruttivo al fine di identificarlo in maniera univoca.

Tale approccio integrato ai processi di modellazione BIM permette di inserire all'interno di un unico supporto Informatico (il modello informativo digitale dell'opera) tutte le informazioni rilevanti raccolte e di realizzare una libreria di oggetti con informazioni associate condivisibili bidirezionalmente e aggiornabili

⁸⁰ standard riconosciuto a livello internazionale per l'interscambio dei dati, originariamente sviluppato per rispondere alle necessità legate alla progettazione dei nuovi interventi

attraverso il formato aperto IFC e il processo COBie gestibili con strumenti di uso comune (excel).

Ulteriori vantaggi operativi (nelle opere ricostruite digitalmente con processi BIM) consentiti dall'utilizzo di uno o più sistemi di classificazione in sinergia con specifici set di attributi (geometrici e informativi) associati agli oggetti (del modello digitale) e ai loro livelli di sviluppo (LoD) sono:

- la possibilità di organizzare e ordinare gli elementi costruttivi (virtualizzati come oggetti BIM) che compongono l'opera edile all'interno di appositi database; queste banche dati possono essere utilizzate dai diversi professionisti interessati per sviluppare delle regole di calcolo, interrogare il modello, effettuare delle simulazioni con i modelli (ad esempio, dell'efficienza energetica o della sostenibilità ambientale), delle analisi, dei monitoraggi in tempo reale, supportare gli addetti durante gli interventi di manutenzione ricreare possibili situazioni operative, rilevare eventuali malfunzionamenti ed errori che, qualora trascurati, potrebbero generare diseconomie di tempi e di costi;
- la raccolta, gestione e utilizzo di dati ottimamente calibrati alle reali esigenze della commessa;
- una volta completata la ricostruzione digitale dell'opera, la documentazione informativa (elaborati grafici, abachi / tabelle, file IFC, hyperlink a database esterni) può essere estratta direttamente dal modello BIM
- l'esecuzione di analisi su differenti aspetti (ad esempio le interferenze geometriche, o Clash Detection, e le incoerenze, Code Checking) o discipline (interventi sulle facciate, di recupero, di restauro, di miglioramenti o adeguamento sismico) degli oggetti BIM del modello informativo a seconda delle necessità degli attori senza causare conflitti o imporre scelte obbligate verso un particolare sistema di classificazione;
- l'associazione delle rispettive lavorazioni a ciascun elemento costruttivo dell'opera attraverso software plugin interni al BIM Authoring (ad esempio Allplan BCM) o a specifici BIM Tools esterni (ad esempio STR CPM

Vision, dove se gli attributi sono stati precedentemente configurati correttamente all'interno della Piattaforma ACDat o del software di BIM Authoring per essere supportati dal formato IFC il modello digitale in formato proprietario esportato in formato aperto IFC verrà importato senza perdita di dati) per realizzare e gestire la WBS (per valutare i tempi), il computo metrico estimativo potendo contare sulla contemporanea virtualizzazione grafica delle soluzioni dei possibili interventi sull'opera e delle possibili configurazioni del cantiere;

- di poter definire criteri personalizzati per identificare e caratterizzare le risorse necessarie (attori, prodotti, attrezzature);
- di trasferire, sempre attraverso il formato di interscambio dati aperto IFC, il modello informativo digitale a Piattaforme BIM specificatamente realizzate e attrezzate per il Facility Management è possibile condividere tra le diverse figure, monitorare, gestire e aggiornare durante la fase di esercizio il database delle informazioni trasmesso;
- ancora relativamente al Facility Management, di gestire gli spazi, i loro usi, le vendite e di pianificare manutenzioni programmate e tenere traccia delle stratificazioni degli interventi rilevanti già effettuati e degli attori coinvolti.

Il caso di studio (esposto nel sesto capitolo della tesi) del complesso edilizio pubblico ultrasessantenne multifunzione in centro storico a Bologna del Provveditorato ha permesso di validare l'approccio progettuale proposto, mostrando che è possibile realizzare un database del contenuto informativo degli oggetti del modello informativo di un'opera esistente e gestirlo digitalmente anche in fase di esercizio.

Durante la fase progettuale del processo di ottimizzazione della gestione delle informazioni di un'opera esistente, mi sono trovato a ricoprire tutti e tre i ruoli delle nuove figure (BIM Manager, BIM Coordinator e BIM Specialist) introdotte dalla normativa UNI 11337.

Nel corso delle differenti fasi del processo di ricostruzione digitale dell'opera, l'approccio progettuale proposto in questa tesi mi ha consentito di organizzare, coordinare e integrare il database del contenuto informativo degli oggetti di due discipline differenti all'interno di un unico supporto informatico, il modello informativo digitale.

Nel caso di studio affrontato, l'impiego di questa metodologia di lavoro mi ha consentito di adeguare gli attributi informativi alle esigenze risultanti dall'analisi dello stato di fatto, del contesto e delle due relazioni di valutazione di vulnerabilità sismica già presenti e di decidere più consapevolmente quali informazioni inserire in ciascun oggetto BIM e come classificarlo (utilizzando il sistema di classificazione realizzato in questa tesi) in base agli usi ed al livello di sviluppo stabiliti per i modelli studiati (modello strutturale, modello architettonico delle facciate).

Una volta ultimato, è stato possibile sperimentare il caricamento nel cloud del modello informativo digitale dell'opera esistente studiata all'interno della piattaforma collaborativa usBIM.platform per consentirne la condivisione agli eventuali attori chiamati ad intervenire durante le successive fasi del ciclo di vita.

Pertanto, il processo di gestione digitale del patrimonio edilizio esistente a supporto dei futuri interventi proposto in questa tesi ha funzionato.

Le principali criticità (o meglio, gli aspetti che richiedono maggiore attenzione da parte degli attori della filiera) riscontrate nella realizzazione dei modelli (l'architettonico delle facciate e quello strutturale) sono:

- le dotazioni hardware e software necessarie per poter operare adeguatamente su complessi di dimensioni medie e rilevanti (come ad esempio i modelli del caso di studio di questa tesi) sono superiori a quelle richieste dai tradizionali sistemi CAD (comunque è probabile che nel 2025, quando l'obbligatorietà del BIM negli appalti pubblici avrà raggiunto anche l'ultima fase di attuazione del DM 560/2017 e riguarderà tutte le opere, questa limitazione potrà avere un minor impatto);

- una consistente formazione necessaria per gestire in maniera consapevole ed efficace le informazioni all'interno dei processi digitali;
- la comunicazione tra i software BIM (Authoring, Tools, Plugin, Piattaforme ACDat) e delle differenti discipline, richiede ancora diversi affinamenti (anche in termini di perdita delle informazioni) per raggiungere un'ottimale condivisione dei dati non geometrici;
- la disponibilità limitata, anche se in costante crescita, di librerie di oggetti BIM (dei prodotti della filiera delle costruzioni) disponibili non solamente sui principali software di BIM authoring.

Infine, interessanti prospettive aperte dalla transizione verso queste nuove metodologie di lavoro riguardano:

- L'integrazione sempre più frequente (favorita anche dalla prossima attivazione della rete 5G, prevista in Italia entro la fine del 2020, in grado di velocizzare considerevolmente lo scambio di informazioni) dell'IoT, Internet of Things (Internet delle Cose), cioè di sensori installati nelle opere edili collegati ad internet per monitorare e registrare in banche dati (che possono essere di diverso tipo) il comportamento in tempo reale, o ad intervalli di tempo prestabiliti, di determinati parametri dell'edificio e, in caso si verifichi il superamento dei valori al di fuori del range di funzionamento atteso, predisporre notifiche e/o interventi.
- Lo sviluppo della Piattaforma Digitale Nazionale delle Costruzioni, accessibile a tutte le imprese della filiera;
- La realizzazione della Piattaforma Digitale Europea dei modelli informativi e degli oggetti BIM;
- La possibile integrazione della blockchain (attualmente in fase di studio al MISE, Ministero dello Sviluppo Economico, da un gruppo di 30 esperti in merito ai suoi possibili casi applicativi; è una catena di blocchi, cioè un registro digitale, una struttura dati condivisa e immutabile, la cui integrità è garantita dall'uso di primitive crittografiche) per verificare l'originalità nel tempo dei modelli informativi di una commessa una volta archiviati: ad esempio associando al modello informativo in formato IFC di un'opera

una funzione crittografica di hash, l'algoritmo matematico restituisce in output un stringa di lettere e numeri univoca per quel documento. Perciò, qualsiasi altro modello chiamato con lo stesso nome, con le stesse dimensioni ma anche solo con "una virgola diversa" svolgendo la funzione restituirebbe una stringa differente. Valutare tale impiego potrebbe proteggere gli attori del processo da possibili manomissioni nel tentativo, ad esempio, di modificare le responsabilità progettuali di un elemento costruttivo, piuttosto che del mancato svolgimento di un intervento di manutenzione, registrati nei documenti archiviati sul cloud

- la redazione di **nuove forme di contratto** in grado di **gestire** l'impiego di **processi e tecnologie collaborative** basate sul **BIM** (ad esempio l'IPD, o relativamente alla norma UNI 11337 il Capitolo Informativo) nei progetti.

BIM 2030 at a glance

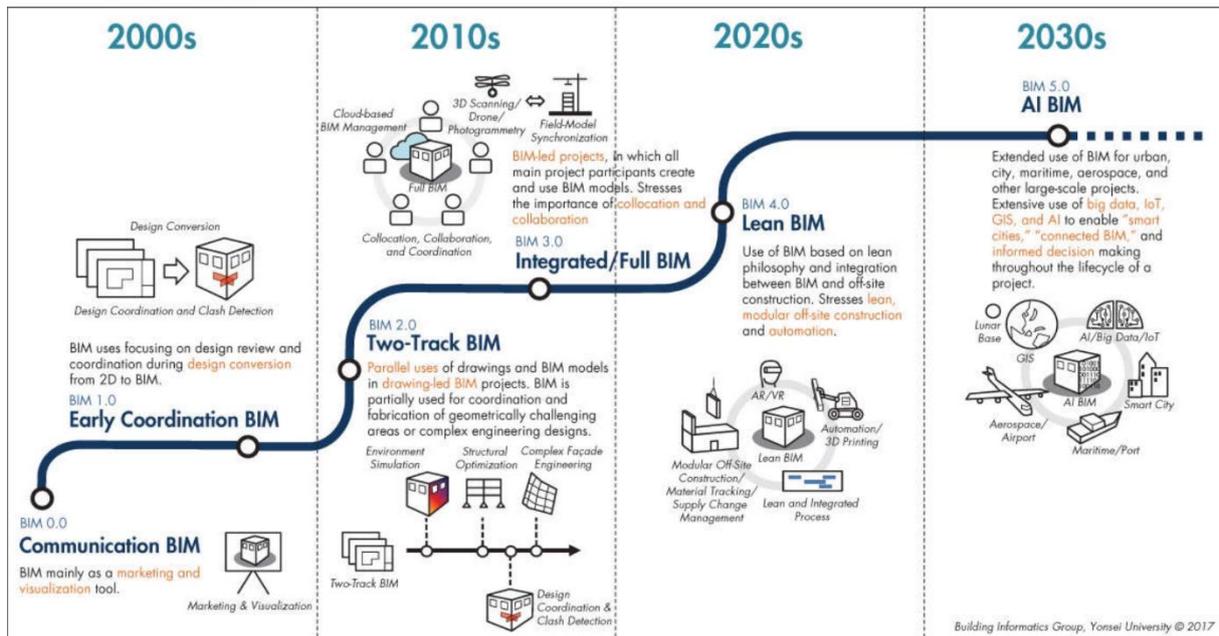


Figura 100: Prospettive di adozione della metodologia di lavoro BIM dagli anni 2000 e previsione degli impieghi futuri nel corso dei prossimi 15 / 20 anni. Fonte: Sacks, Rafael; Eastman, Chuck; Lee, Ghang; Teicholz, Paul. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers. Editore Wiley, 2018

8. Bibliografia e sitografia

SACKS, Rafael; EASTMAN, Chuck; LEE, Ghang; TEICHOLZ, Paul. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers. Wiley, 3a edizione (3 luglio 2018)

Guida al BIM: La rivoluzione digitale dell'edilizia seconda edizione, ACCA software, 2018, seconda edizione

Innovare per Progettare il Futuro - Primo Libro Bianco sul Building Information Modelling, 2018, Italfer Srl

UNI 11337: 2009 – “Edilizia e opere di ingegneria civile - Criteri di codificazione di opere e prodotti da costruzione, attività e risorse – identificazione, descrizione e interoperabilità”

UNI 11337: 2017 “Edilizia e Opere di Ingegneria civile – Gestione digitale dei Processi Informativi delle costruzioni”

Codice degli appalti (D.Lgs. 50/2016)

Decreto BIM o Baratonò (DM 560 del 01/12/2017)

G. Predari, I solai latero-cementizi nella costruzione moderna in Italia. 1930-1950, Bononia University Press, Bologna 2015

A. Pagliuca, L'architettura del grano a Matera: il Mulino Alvino. Frammenti di tecnologie costruttive del '900., Gangemi editore, 2016

Faldoni del progetto originale precedentemente depositato presso il Genio civile, oggi conservati all'Archivio Storico della Regione Emilia-Romagna a San Giorgio di Piano

Ricerca storica sull'evoluzione urbana dell'isolato del caso di studio, a cura dell'Arch. Riccardo Scagliarini del MIT

Rapporto del Customer Experience Improvement Program di Graphisoft Italia

<https://www.ingenio-web.it/5662-i-livelli-di-sviluppo-lod-nel-progetto-digitalizzato>, Articolo “I Livelli di Sviluppo (LOD) nel progetto digitalizzato: La misura dell’informazione all’interno del percorso BIM”, 23/05/2016

<https://www.ingenio-web.it/6381-digitalizzazione-di-processo-e-modello-lintroduzione-consapevole-dellapproccio-hbim-nel-recupero-degli-edifici-esistenti>, 18/01/2017

https://www.agenziaentrate.gov.it/mt/osservatorio/Tabelle%20statistiche/Statiche_Catastali_2017_13072018.pdf

<https://www.istat.it/it/files/2015/12/C18.pdf>

<https://www.immobiliare.it/info/ufficio-stampa/2014/l-italia-sta-invecchiando-e-anche-le-sue-case-1203/>

<https://www.mise.gov.it/index.php/it/industria40>

<https://www.ingenio-web.it/20555-mit---ministro-toninelli-punteremo-su-open-bim-e-la-creazione-di-una-piattaforma-digitale-per-le-costruzioni>

<https://italy2invest.it/2019/01/08/produttivita-nel-mondo-delle-costruzioni-lanalisi-del-cresme/>

<http://biblus.acca.it/>

<http://www.anceaies.it/appalti-pubblici-obbligatorie-le-comunicazioni-elettroniche;>

https://www.codiceappalti.it/DLGS_50_2016/Art__44__Digitalizzazione_delle_procedure/8418; [http://www.anceaies.it/appalti-pubblici-obbligatorie-le-comunicazioni-elettroniche/;](http://www.anceaies.it/appalti-pubblici-obbligatorie-le-comunicazioni-elettroniche/)

<http://www.ance.it/search/ultimenotizie.aspx?docId=33971&id=18&pid=11&pcid=13>

https://www.edilportale.com/news/2018/10/mercati/bim-i-professionisti-lo-scelgono-per-essere-pi%C3%B9-competitivi_66430_13.html - 16/10/2018

https://www.edilportale.com/news/2019/02/bim-news/bim-nelle-gare-pubbliche-oice-nel-2018-balzo-del-219-sul-2017_68692_75.html] - 18/02/2019,

https://www.edilportale.com/news/2019/02/mercati/gare-di-progettazione-oice-a-gennaio-crollo-del-667-rispetto-a-dicembre_68751_13.html - 20/02/2019

<https://it.wikipedia.org/wiki/Interoperabilit%C3%A0>

<https://www.cadlinesw.com/sito/blog/cos-e-ifc-e-cosa-e-necessario-conoscere>

<http://www.buildingsmart-tech.org/specifications/ifc-releases/summary>

<http://www.bis-lab.eu/2017/02/28/bimbuilding-information-modeling-i-principi-di-una-rivoluzione/>

Seminario Graphisoft Italia: Teamwork ARCHICAD

Seminario Graphisoft Italia: Data Management

Seminario Nemetschek Allplan Italia: Il Modello BIM per la Ristrutturazione

Seminario Nemetschek Allplan Italia: Il modello BIM per il progetto architettonico

Seminario Nemetschek Allplan Italia: Il modello BIM per il progetto strutturale di edifici e opere d'arte di infrastrutture

Seminario Nemetschek Allplan Italia: Dall'idea al rendering, passando dagli esecutivi e dal computo metrico

Seminario Nemetschek Allplan Italia: Decreto BIM cos'è l'ambiente di condivisione dati (ACDat)

Seminario Nemetschek Allplan Italia: Flusso dei dati, informazioni e modelli BIM federati

Seminario Nemetschek Allplan Italia: I ruoli e i flussi di lavoro per il BIM Level 3

Seminario Nemetschek Allplan Italia: Modello BIM condiviso: formati aperti e nativi

Seminario Nemetschek Allplan Italia: Dal modello BIM al computo estimativo

Seminario Nemetschek Allplan Italia: BIM 4D e 5D con Allplan e STR Vision
CPM

Seminario Nemetschek Allplan Italia: Il Computo metrico dal Modello BIM

Seminario Nemetschek Allplan Italia: BCM - Controllo dei costi di costruzione

9. Ringraziamenti

Eccomi giunto alla fine di questa tesi e di questi anni di Università, nei quali credo di essere maturato come professionista nella grande passione per le costruzioni, ma anche come persona. Tante le conoscenze fatte durante questo percorso, le amicizie coltivate e i rapporti stretti per cui vorrei dedicare quest'ultima pagina a ringraziare tutte le persone che in qualche modo hanno permesso o agevolato questo traguardo.

Parto col ringraziare Il Prof. Simone Garagnani, la persona che fin dai corsi dei primi anni, con la sua preparazione e la sua capacità di coinvolgimento ha saputo stimolare la curiosità e l'interesse ad approfondire le sue materie e trasmettermi la passione verso questa disciplina che spero diventi parte integrante del mio futuro impegno lavorativo.

Oltre ad impartire lezioni ed istruzioni per il raggiungimento del risultato finale, è stato anche un ottimo interlocutore ed insegnante delle problematiche, delle difficoltà ma anche soddisfazioni, che caratterizzano il settore delle costruzioni in questi anni.

Un ringraziamento sentito va all'Ing. Cinzia Gatto, tecnico del Provveditorato (ed ai suoi splendidi colleghi), che fin dal Tirocinio svolto al suo fianco presso lo stesso Provveditorato, è sempre stata disponibile, aperta al confronto, prodiga di spunti e consigli costruttivi, e mi ha aiutato ad acquisire le conoscenze che mi sono servite per affrontare lo studio di questa tesi.

Un immenso ringraziamento è rivolto ovviamente ai miei genitori Vitaliano e Maria e mio fratello Marco, da sempre una vera e propria fonte di energia, di sostegno, di incoraggiamento in ogni momento della carriera universitaria e della vita: se sono arrivato a questo traguardo come sono è soprattutto merito vostro e degli angeli che oggi non sono più con noi.

Un pensiero alla fine di questo percorso va certamente a tutti i miei compagni di corso con i quali ho condiviso entusiasmo e fatiche, ma anche momenti di svago nei vari viaggi di studio e in occasione delle uscite.

Tra queste persone non posso certo dimenticare mia cugina Laura che, come me, ha deciso di intraprendere questo percorso di laurea, con la quale mi sono confrontato in alcuni esami ed insieme, nello stesso giorno, concluderemo il nostro ciclo di studi. Ovviamente non posso che ricordare anche gli zii, un grazie a Carmen per le basi matematiche impartitemi.

Un pensiero ed un ringraziamento a “Carlina”, una dada che ha saputo essere affettuosa ed essere autorevole allo stesso tempo.

Un ringraziamento va anche alla cara zia Fra, che ha sempre nutrito un grande affetto per la mia famiglia e ci ha sempre portato nei suoi pensieri ed ora ci guarda dal cielo.

Un ringraziamento sincero voglio rivolgerlo a tutti gli splendidi amici che mi accompagnano ormai da parecchi anni e con cui condivido momenti di svago, sfogo e festa: Nerozz, insieme a me fin dal giorno della nostra nascita, Baguro, Benny, Conti, Cando, Giulia, Cristina, Elena che mi hanno supportato e sopportato in questi anni di studio, Filo, Enri e Brad che hanno vissuto spalla a spalla con me fin da quando eravamo piccoli e giocavamo nel piazzale davanti a casa, i compagni delle superiori e gli altri ragazzi della Carrera, del Tae Kwon Do e del calcetto.

Vorrei nominare anche tutti gli altri ma mi sono accorto che il tempo a mia disposizione è finito e devo inviare al volo la tesi in segreteria.