

Ubaldo Castagnoli: sulle tracce grafiche e storiche di un esponente del Gruppo 7

Manuela Incerti, Gianmarco Mei, Anna Castagnoli

Abstract

Nel 1926, un gruppo di sette amici formatosi tra i banchi del Regio Istituto Tecnico Superiore di Milano – composto da Ubaldo Castagnoli, Luigi Figini, Gino Pollini, Guido Frette, Sebastiano Larco, Carlo Enrico Rava e Giuseppe Terragni – decide di unirsi e fondare il Gruppo 7. I sette giovani, tra il 1926 e il 1927, pubblicarono sulla rivista Rassegna Italiana alcuni articoli che vengono ancora oggi considerati uno dei momenti fondativi per la nuova architettura italiana. Ubaldo Castagnoli lasciò quasi subito il gruppo, venendo sostituito da Adalberto Libera e, per questa ragione, il suo nome scompare dai manuali di storia dell'architettura. La carriera di questo professionista si sviluppò all'interno di una delle più importanti aziende del Paese, la STIPEL, Società telefonica interregionale piemontese e lombarda (che nel 1964 fu inglobata nella SIP), con il ruolo di Direttore Centrale a disposizione della Direzione Generale per gli affari immobiliari. Ebbe inoltre un lungo rapporto professionale con Luigi Einaudi, prima e durante gli anni della Presidenza della Repubblica. Il lavoro di seguito presentato si propone di proseguire la ricerca recentemente inaugurata su questa figura ancora non adeguatamente indagata, allo scopo di approfondire gli esiti del dibattito culturale di quegli anni sulla sua vasta attività professionale, alla luce delle metodiche e tecniche delle discipline della rappresentazione.

Parole chiave: Gruppo 7, BIM, STIPEL, archivio, analisi grafica.

Introduzione

Il contributo si propone di indagare, mediante gli strumenti e le tecniche della rappresentazione, la cultura del progetto di Ubaldo Castagnoli, architetto del Gruppo 7, proseguendo il lavoro recentemente inaugurato dal gruppo di ricerca. Da un primo elenco delle sue opere, ancora incompleto, sono stati estratti due edifici e condotte alcune letture critiche inizialmente sul suo linguaggio grafico [Velo, Castagnoli, Incerti 2020], in relazione al percorso di studi superiori e al dibattito allora in essere [Buratti Mazzotta, 2013; Moretti, n.d.; Selvafolta 2008; 2012]. Sono state inoltre proposte riflessioni sull'uso della forma [Velo, Castagnoli, Incerti 2020] e sugli aspetti percettivi della fruizione di spazi che oggi appaiono fortemente trasformati. In un

secondo momento si è utilizzata la ricostruzione digitale tridimensionale, secondo una metodica oramai ampiamente consolidata nel settore scientifico disciplinare, nella sua valenza sia di strumento di studio, sia di opportunità di valorizzazione e divulgazione del tema del progetto architettonico non costruito o perduto a causa di eventi successivi [Incerti, Mei, Castagnoli 2021].

Il presente contributo si propone di analizzare due architetture, la Centrale Telefonica di Città Studi a Milano e il Palazzo dei Telefoni di Torino, mettendo a sistema disegni di archivio, documenti, rilievi delle facciate e tecniche dell'analisi grafica bi e tridimensionale (sia in ambiente BIM, sia con modellazione manuale di superfici NURBS).

Ubaldo Castagnoli e il Gruppo 7

L'architetto-ingegnere Ubaldo Castagnoli (Roma 1902 - Torino 1982) si laurea nel 1925 presso il Regio Istituto tecnico superiore di Milano, ambiente dove conosce i giovani colleghi che, formati sotto l'ala di Piero Portaluppi – allora assistente alla cattedra di Architettura – nel 1926 decidono di unirsi e fondare il Gruppo 7, il primo gruppo di architetti moderni italiani, composto appunto dallo stesso Ubaldo Castagnoli e da Luigi Figini, Gino Polini, Guido Frette, Sebastiano Larco, Carlo Enrico Rava, Giuseppe Terragni [Belli 1935; Betta 1927; Cartasegna, Santi 2017; Ciucci, Muratore 2010]. I sette colleghi firmano con il nome Gruppo 7 i quattro famosi articoli che comparvero a distanza di pochi mesi sulla rivista *Rassegna Italiana* tra dicembre 1926 e maggio 1927: questi articoli e il vivo dibattito che ne seguì vengono ancora oggi considerati uno dei momenti fondativi per la nuova architettura italiana. Come è noto, l'adesione di Castagnoli al gruppo ebbe breve durata: fu subito sostituito da Adalberto Libera e, per questa ragione, la sua figura scompare quasi subito dalle pagine dei manuali di storia dell'architettura.

Oltre alle sue partecipazioni alla IV Triennale di Monza (1930), alla II Esposizione di Architettura Razionale (1931) e alla Permanente di Milano (1931), nei primi lavori prodotti dal nostro gruppo di ricerca sono state individuate anche alcune collaborazioni con note figure dell'epoca tra cui Guido Frette (1929-1935), Piero Bottoni (1930) e Antonio Cassi Ramelli (1933) [Buffa, Cassi Ramelli 1934; Caneva, Griffini 1930; Castagnoli, Frette 1934; Incerti 2016; Istituto per le case popolari Milano 1933; Rassegna di Architettura 1931].

Nel 1935 Castagnoli sarà assunto dalla Società Telefonica STIPEL per la quale lavorerà come ingegnere di centrali telefoniche per l'area Piemonte e Lombardia fino al 1962, anno in cui, a causa di alcuni problemi di salute, si dimise proseguendo tuttavia la collaborazione come libero professionista. L'intensa attività di sviluppo del settore delle telecomunicazioni (soprattutto nel dopoguerra) in cui Castagnoli si ritroverà a lavorare, così come la riservatezza richiesta dal suo importante ruolo, non hanno certamente agevolato la sua notorietà che tuttavia doveva essere elevata visto che, nel 1947, divenne architetto di Luigi Einaudi con il quale ebbe un lungo e fecondo rapporto che perdurò anche durante la permanenza di quest'ultimo alla Presidenza della Repubblica Italiana.

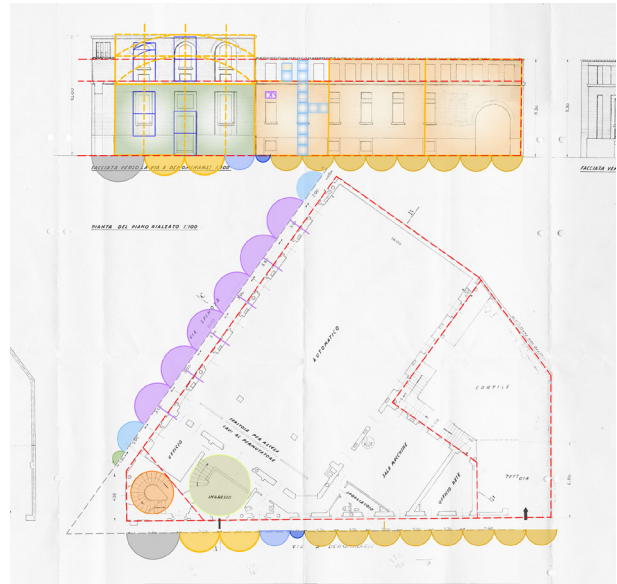
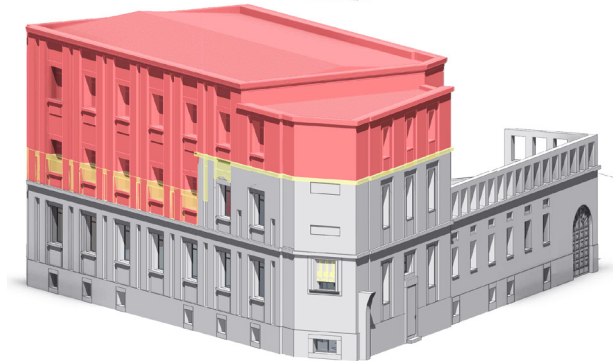
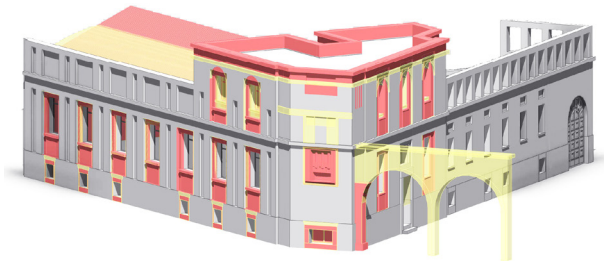
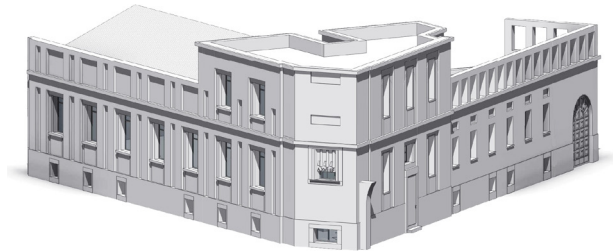
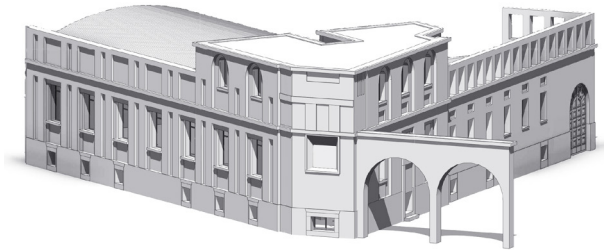


Fig. 1. Centrale telefonica di Città Studi, analisi grafica del piano rialzato e del prospetto su via Villani (1939), (elaborazione grafica degli autori).

Il primo progetto della Centrale telefonica di Città Studi

Il progetto della centrale telefonica di Città Studi nasce nel 1938, in un periodo storico di imponente sviluppo della rete di telecomunicazioni e in una zona di espansione urbana da tempo destinata a nuova cittadella universitaria. Venticinque anni prima, nel 1913, Augusto Brusconi e Gaetano Moretti, docenti del Regio Politecnico di Milano, avevano realizzato un progetto di massima del complesso universitario composto da nove edifici collegati tra loro [Ricci 2008]. I lavori, interrotti dalla grande guerra, terminarono nel 1927 anno in cui avvenne l'inaugurazione. La prima sede della società dei telefoni, situata nell'edificio principale del Politecnico, divenne in breve tempo non sufficiente alle esigenze crescenti. L'impossibilità di realizzare ampliamenti, portò la Società a identificare un nuovo lotto nella zona a nord di piazza Leonardo dove, nel 1919, era stato edificato il Villaggio giardino Gran Sasso per sopperire alla carenza di abitazioni popolari.

La forma irregolare del lotto è il risultato di una serie di variazioni del Piano Regolatore e di conseguenti contratta-



zioni, documentate da alcune ipotesi planimetriche e schizzi presenti nel faldone relativo al progetto (Archivio Storico TIM, Subfondo "DCT – Direzione Centrale Tecnica", Serie "SE – Servizio Edile, faldone 7/2). L'edificio affaccia per 31 metri circa sulla preesistente via Spinoza (a sud-ovest), per poco più di 4 metri su piazza Leonardo (a sud), e per circa 34 metri su una nuova strada che prenderà il nome di via Villani (ad est). Sul fronte opposto di quest'ultima via era prevista la costruzione di un complesso parrocchiale il cui progetto, inizialmente affidato a Giovanni Muzio (1893-1982), fu realizzato poi nel 1955, con forme più sobrie, da Giuseppe Chinigher (1921-2012).

Nel 1939 furono messi in atto gli espropri e le demolizioni degli immobili residenziali del Villaggio giardino; le opere di costruzione iniziarono nel 1940 e si chiusero nel 1943 (dunque in pieno periodo bellico) come attestano i contratti con l'impresa esecutrice. La sua morfologia, suddivisibile in tre blocchi, scaturisce dalla necessità di inserirsi in un lotto irregolare di forma poligonale: il volume su due livelli di via Spinoza (1) occupato dalla vera e propria centrale; quello su via Villani (2), ancora su due livelli, dedicato ai lo-

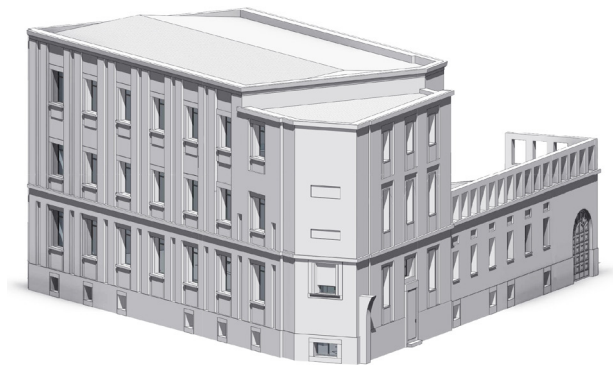


Fig. 2. Centrale telefonica di Città Studi, viste assometriche del primo progetto del 1939 e dello stato comparativo tra il primo progetto del 1939 e la realizzazione completata nel 1943 (elaborazione grafica degli autori).

Fig. 3. Centrale telefonica di Città Studi, viste assometriche della realizzazione del 1943 e dello stato comparativo tra la realizzazione del 1943 e la sopraelevazione del 1962 (elaborazione grafica degli autori).

Fig. 4. Centrale telefonica di Città Studi, vista assometrica con la sopraelevazione del 1962 (elaborazione grafica degli autori).

cali per il riscaldamento, uffici e sala macchine; e infine quello all'angolo di piazza Leonardo (3), su tre livelli, occupato da collegamenti, uffici e casa del custode. Il partizionamento planimetrico è riconoscibile dunque anche all'esterno grazie alla composizione dei volumi: i corpi 1 e 2 contano piano seminterrato e piano rialzato, mentre il corpo 3 conta piano seminterrato, piano rialzato e primo piano.

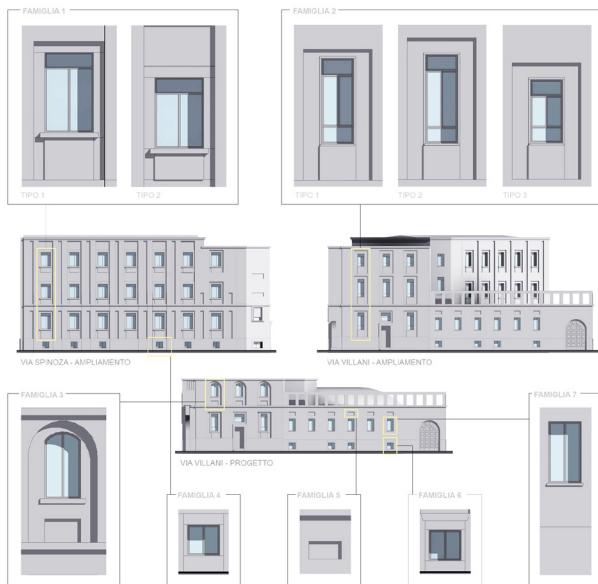
Dagli elaborati di progetto del giovane ingegnere-architetto Castagnoli è possibile evincere la sua attenzione per le innovazioni tecnologiche e per il dibattito sul tema del progetto di architettura che, nello sviluppo del processo architettonico trovano, necessariamente, continue interazioni tra loro.

La struttura dell'edificio fu prevista in muratura di mattoni, calcestruzzo non armato, laterizi armati e, solo parzialmente, in cemento armato (Archivio Storico TIM, Subfondo "DCT – Direzione Centrale Tecnica", Serie "SE – Servizio Edile, faldone 7/2, vedi domanda al Ministero citata nella corrispondenza del 16 novembre 1939). La copertura della grande sala denominata "automatico", larga 14 m e

lunga 25 m circa, è indicata in sezione con un arco ribassato tipico della Volta SAP. Presentato per la prima volta alla Fiera campionaria di Milano del 1938 con la celebre struttura ad arco di grandi dimensioni, il sistema era stato brevettato nel 1936 ed era prodotto dalle Fornaci fratelli Rizzi Donelli Breviglieri & C. di Piacenza. Si tratta della medesima tecnologia che Giuseppe Pagano decise di utilizzare nel 1939 nel progetto di ampliamento dell'edificio della Nuova Pettinature Riunite a Biella (in collaborazione con l'ing. Predaval), tecnologia che, pochi anni dopo, nel 1943, fu adoperata anche da Piero Bottoni per la copertura dello stabilimento Olivetti Synthesis ad Apuania. Due esempi riferibili all'architettura industriale, ambito in cui effettivamente fu largamente utilizzata [Paolini, Pugnaletto 2017]. Già in origine questa geometria curvilinea della copertura doveva tuttavia essere celata dal proseguimento verticale del muro di facciata, per simulare un andamento piano della superficie di chiusura.

L'analisi grafica condotta sugli elaborati originali può aiutarci a rivelare il pensiero dell'architetto e i suoi riferimenti culturali e progettuali, espliciti o impliciti. L'osservazione dei prospetti ci restituisce la percezione di una regolarità ritmata dalle aperture e dagli arretramenti dei piani che vanno a materializzare, in particolar modo su via Spinoza, un sistema di travi-pilastri, questi ultimi utili ad inglobare internamente canalizzazioni impiantistiche. Le finestre sono rimarcate da grandi cornici lapidee e alti davanzali. In alto il tema della loggia con architrave viene trattato diversamente sul lato sud-ovest (chiusa) rispetto ad est (aperta). È possibile notare ancora come diverse forme circolari caratterizzino la pianta dell'ingresso, quella del vano scale, le aperture del primo piano, i due archi di accesso all'attuale via Villani (mai conclusi anche se impostati come si può vedere dal frammento ancora oggi esistente) e quello di ingresso alla corte. Nell'insieme, come è stato notato in un precedente contributo [Velo, Castagnoli, Incerti 2020], si tratta di forme più prossime al linguaggio novecentista milanese, rispetto a quello del razionalismo internazionale. La lettura del modulo compositivo, in pianta e in alzato (fig. 1), ci restituisce una certa complessità che trova una sua logica di sviluppo allorché ci si riferisca ai tre corpi di fabbrica precedentemente individuati. Il modulo di 3,90 m. relativo all'asse delle aperture su via Spinoza, è infatti differente da quello utilizzato su via Villani o sul corpo d'angolo. Appare chiaro come tutti i moduli si basino su l'interesse tra i vuoti e non sul rapporto-pieni/vuoti che, in fase esecutiva, verrà dimensionato e proporzionato sulla

Fig. 5. Centrale telefonica di Città Studi, abaco delle famiglie parametriche delle finestre del modello BIM (elaborazione grafica degli autori).



misura del mattone, il vero modulo di questa architettura (24-24,5 cm; 11,5-12 cm; 6,5 cm con spessori della malta di circa 1 cm). Nella figura 1 si evince infine l'uso di alcune proporzioni notevoli (aurea, $\sqrt{2}$, $\sqrt{3}$, 1:2), che denotano la ricerca, non necessariamente razionale o consapevole, di relazioni proporzionali tra le parti.

Come si vedrà a seguire, il progetto sino ad ora esaminato, differisce da quanto poi costruito: scompariranno infatti tutti gli archi tranne quello dell'accesso al cortile, un cambiamento di linguaggio che avrà avuto certamente delle ricadute in termini di semplificazione nelle lavorazioni e, dunque, di costi.

Altri disegni conservati nell'archivio Muzio [Irace 1994, pp. 211, 212] ci aiutano a ricostruire il senso di alcune scelte progettuali di Castagnoli: si tratta dei disegni di progetto del *Templum Reginae Pacis Augustae* a Milano-Città Studi realizzati nel 1939. In quegli anni Muzio era già un professionista molto affermato, autore di numerose architetture di carattere civile e sacro tra cui il l'Università Cattolica del Sacro Cuore e la sua cappella (1929-1949), la chiesa di S. Maria Annunciata in chiesa Rossa (1932), la chiesa e il convento di Sant'Ambrogio e Sant'Antonio a Cremona (1936-1939), il convento di Sant'Angelo e centro culturale Angelicum a Milano (1939-1947) il cui linguaggio segna una svolta nella carriera poetica e professionale dell'architetto [Irace 1994, pp. 203-230].

L'analisi degli elaborati di Muzio per la chiesa di Città Studi ci restituisce una serie di assonanze formali e materiali con il progetto della Centrale telefonica di Castagnoli. Il nuovo *Templum*, di dimensioni imponenti, presenta una organizzazione delle superfici simili alle altre opere milanesi contemporanee del suo autore: fasce orizzontali e verticali le cui misure sono date dal modulo del mattone a vista, così come quadrati, rettangoli arretrati o sporgenti, ed archi a tutto sesto. Le coperture della grande aula e dell'edificio accessorio sul lato nord sono curve, dunque, molto probabilmente, erano previste grandi volte SAP. Nei disegni e nel plastico del progetto sono inoltre presenti i due archi che incorniciano l'inizio della nuova via Villani, gli stessi che compaiono nel progetto della Centrale di Castagnoli e che risultano schizzati a matita, in pianta, prospetto e sulla planimetria in scala 1:500 della lottizzazione del terreno. In quest'ultimo elaborato, conservato nel faldone del progetto, compare anche l'articolato perimetro della chiesa di Muzio (80x69,38 m). Il confronto diretto tra i due architetti è, tra l'altro, testimoniato da una memoria per il Direttore Generale STIPEL, datata aprile 1939.

Fig. 6. Centrale telefonica di Città Studi, sopra: vista dell'ingresso dalla porta di accesso, sotto: vista della scala principale (elaborazione grafica degli autori).

Fig. 7. Centrale telefonica di Città Studi, vista degli esterni da Piazza Leonardo da Vinci, al momento della prima realizzazione completata nel 1943 (elaborazione grafica degli autori).





Fig. 8. Centrale telefonica di Città Studi, prospetto su via Spinoza. Sopra: primo progetto del 1939; sotto: ortofoto elaborata con fotogrammetria digitale (elaborazione grafica degli autori).

Alla luce di queste evidenze documentali appare chiaro come il progetto di Città Studi sia nato con l'intento di armonizzarsi all'edificio confinante, adeguando dimensioni, materiali e proporzioni, con un atteggiamento misurato e rispettoso che vedremo riproposto anche nel tema torinese illustrato in chiusura.

I progetti successivi della Centrale di Città Studi: dai disegni di archivio alla visualizzazione BIM 4D

Castagnoli tornò a lavorare sulla centrale per progettare una sopraelevazione – che conferì all'edificio la sua conformazione attuale – nel 1962, ovvero nello stesso anno in cui rassegnò le dimissioni dalla STIPEL, a causa di motivi di salute. Questo secondo progetto della centrale fa quindi parte di quella serie di lavori che l'architetto realizzò per la società telefonica da libero professionista dopo le sue dimissioni, come testimonia il fatto che i relativi documenti siano conservati nell'archivio privato della famiglia.

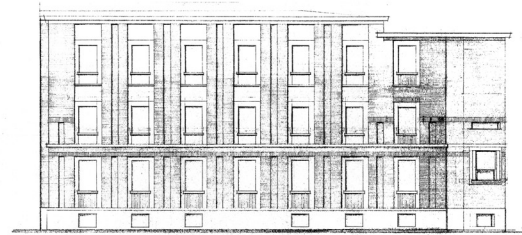


Fig. 9. Centrale telefonica di Città Studi, prospetto su via Spinoza. Sopra: progetto della sopraelevazione del 1962; sotto: sovrapposizione tra ortofoto e progetto del 1962 (elaborazione grafica degli autori).

Queste informazioni temporali relative alle fasi dell'opera (primo progetto del 1939, realizzazione del 1943, sopraelevazione del 1962) sono state integrate con quelle geometriche tridimensionali all'interno del modello digitale, in ambiente BIM, con il software Revit, in conformità alla norma UNI 11337-1:2017 che descrive la quarta dimensione dei modelli informativi come la "simulazione dell'opera o dei suoi elementi in funzione del tempo". All'interno dell'ambiente BIM, infatti, i modelli possono essere costituiti da "fasi", ognuna rappresentante un distinto periodo della vita del progetto ed in particolare nei progetti H-BIM queste fasi sono generalmente utilizzate per descrivere l'evoluzione dell'edificio e i suoi cambiamenti nel tempo [Brumana et al. 2013; Calcerano et al. 2017]. La modellazione BIM è stata realizzata sulla base dei disegni d'archivio, seguendo quindi un procedimento di cui gli esempi in letteratura sono relativamente numerosi [Bertola 2020], mentre sono molteplici i casi studio di modelli BIM basati su rilievi indiretti integrati con documentazione d'archivio (si vedano in proposito le esperienze degli edifici danneggiati dai recenti eventi sismici). In par-

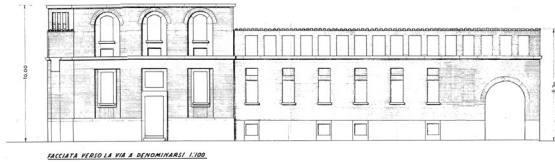


Fig. 10. Centrale telefonica di Città Studi, prospetto su via Villani. Sopra: primo progetto del 1939; sotto: ortofoto elaborata con fotogrammetria digitale (elaborazione grafica degli autori).

nicolare, per la graficizzazione delle successive fasi, sono state analizzate le differenze tra gli elaborati d'archivio: le parti dell'architettura, modificate nel corso di circa 25 anni, sono state progressivamente documentate nel modello, senza alterare le dimensioni principali dell'impianto compositivo. Grazie a questa strutturazione temporale, è stato possibile realizzare, oltre alle viste tridimensionali corrispondenti alle tre fasi, anche quelle che evidenziano le differenze tra esse, riportando in giallo gli elementi rimossi e in rosso quelli aggiunti (figg. 2-4). Si nota quindi come già nel passaggio dal primo progetto del 1939 alla sua iniziale realizzazione completata nel 1943 vengano operate alcune modifiche, oltre alla scomparsa degli archi a cui si è già accennato: la volta SAP viene sostituita da un tetto a doppia falda, il corpo d'angolo viene alzato e alcuni elementi compositivi e decorativi delle aperture vengono semplificati.

Con il progetto di sopraelevazione del 1962, sul primo corpo attestato su via Spinoza vengono aggiunti due piani mentre, sul corpo d'angolo, che presentava già un piano in più, ne viene aggiunto uno solo, di altezza più limitata,

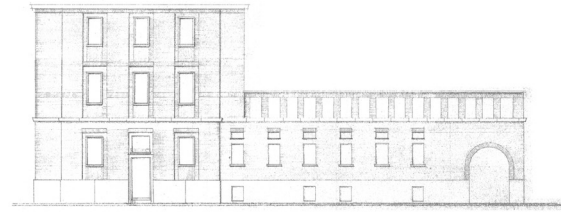


Fig. 11. Centrale telefonica di Città Studi, prospetto su via Villani. Sopra: progetto della sopraelevazione del 1962; sotto: sovrapposizione tra ortofoto e progetto del 1962 (elaborazione grafica degli autori).

in modo tale che questo volume d'angolo risulti più basso del retrostante. Questo intervento, pur mantenendo ancora lo stesso schema compositivo delle facciate, trasforma completamente le proporzioni generali dell'edificio. Il fabbricato aveva infatti prima un'estensione principalmente orizzontale con uno sviluppo in pianta molto più consistente di quello in alzata, avendo un solo piano fuori terra, fatta eccezione per la limitata porzione d'angolo a due piani. In seguito alla sopraelevazione, l'estensione in pianta rimane invariata ma l'edificio diventa di tre piani fuori terra (con una crescita in altezza del 50%, da 10 a 15 m). Per queste ragioni lo sviluppo altimetrico diventa predominante, in termini percettivi, su quello planimetrico. Gli elaborati dimostrano come Castagnoli, pur andando a realizzare un edificio dalle proporzioni profondamente diverse, riesca a mantenere tutti gli elementi formali dell'edificio esistente, andando anzi a riutilizzarli nel disegno della sopraelevazione, creando una composizione del tutto coerente ed equilibrata, ed un organismo edilizio unitario, senza alcuna discontinuità tra l'edificio preesistente e i piani aggiunti.

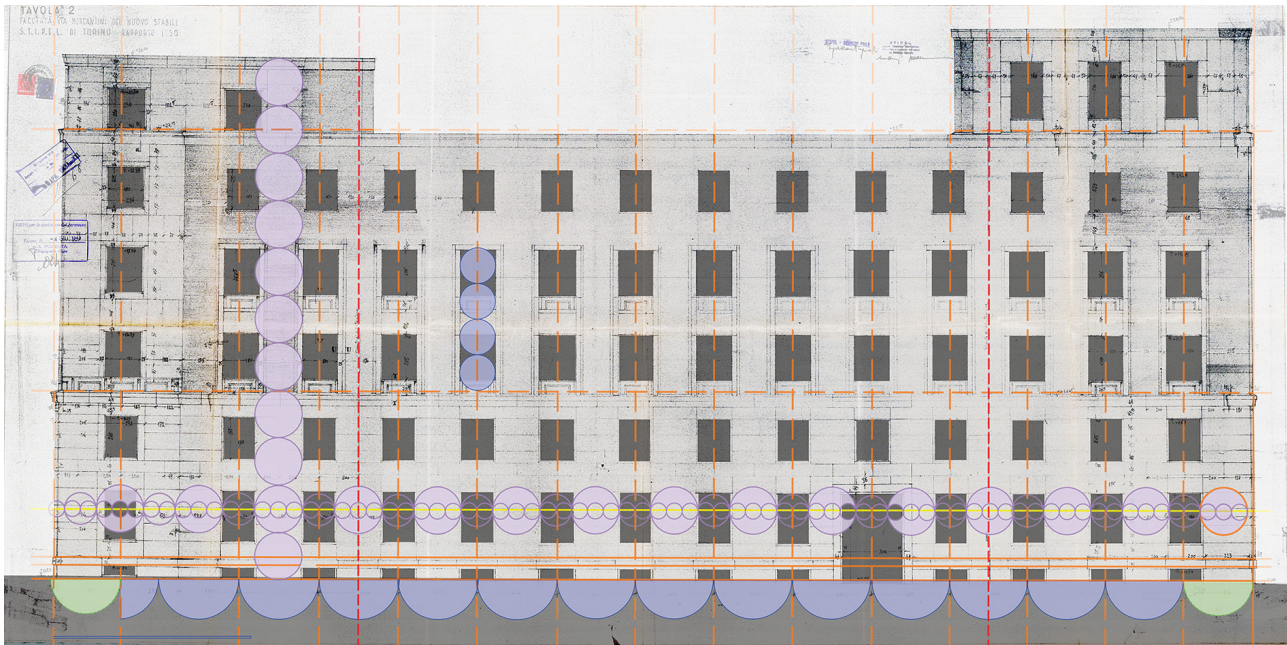
Realizzazione del modello BIM semanticamente consapevole e delle sue famiglie parametriche

La virtualizzazione BIM della Centrale di Città Studi costituisce un modello digitale semanticamente consapevole, ovvero una raccolta di oggetti strutturati e identificati attraverso un vocabolario architettonico. La sua realizzazione consta quindi di due processi paralleli, il primo cognitivo di interpretazione e riconoscimento degli elementi semantici che compongono l'architettura e il secondo operativo di generazione delle geometrie [Inzerillo et al. 2016, p. 16.4]. Pertanto la sua realizzazione oltre a fornire utili strumenti di rappresentazione e divulgazione, costituisce in primo luogo una modalità di studio dei disegni di archivio. Tale metodologia si è rivelata particolarmente utile per le finestre, infatti la modellazione delle relative famiglie parametriche ha richiesto prima di tutto un'attenta analisi delle varie tipologie presenti, per individuare

analogie e differenze. È stata quindi realizzata una catalogazione delle tipologie principali in sette famiglie parametriche, in due casi articolate in più tipi, che differiscono per dimensioni o elementi di dettaglio (fig. 5)

Questo lavoro ha evidenziato come Castagnoli ripeta nella sua composizione alcuni elementi architettonici simili tra loro, declinandoli con alcune variazioni dimensionali. Inoltre queste attività di parametrizzazione degli elementi architettonici presentano la potenzialità di creare librerie semantiche 3D riutilizzabili di elementi architettonici storici nel contesto dell'Heritage Building Information Modeling (H-BIM) [Santagati et al. 2018, p. 111]. Trattandosi di un edificio di metà '900, l'utilizzo di librerie di elementi standardizzati non presenta particolari complessità dovute all'unicità della forma storica [Attenti, Rossi 2019, p. 189] in quanto le tecniche costruttive del periodo erano già basate sulla ripetizione di elementi prodotti in maniera seriale.

Fig. 12. Palazzo dei telefoni di Torino, analisi grafica del prospetto su via Mercantini (1943), (elaborazione grafica degli autori).



Modello BIM per la rappresentazione digitale tridimensionale: interni e esterni

Il modello tridimensionale è stato utilizzato come base per la realizzazione di immagini prospettiche con Lumion, un software di rendering real-time. Tale caratteristica, insieme all'interfaccia semplice e intuitiva e alle ricche librerie pre-caricate, rende molto scorrevole il flusso di lavoro, che risulta essere ulteriormente facilitato dal plugin Lumion LiveSync per Revit. Esso sincronizza in tempo reale il file con il modello BIM, in modo che ogni modifica sia aggiornata in tempo reale, garantendo un'estrema interoperabilità tra i programmi.

Questa metodologia è stata applicata per realizzare due immagini degli interni (fig. 6) con cui si è analizzata la spazialità dei sistemi distributivi di matrice circolare. Infatti come già accennato, dai disegni d'archivio risaltano l'ingresso e la scala, i cui perimetri in pianta sono essenzialmente definiti da due circonferenze. Dai documenti disponibili risulta essere molto chiara la loro connotazione geometrica sul piano orizzontale ma non sono disponibili altri disegni o fotografie che descrivano la spazialità di questi ambienti nelle tre dimensioni, né al momento è stato possibile visitare questi spazi interni. Pertanto essi sono stati modellati in base alle informazioni presenti nei disegni originali: tramite queste immagini si propone dunque una prima ipotesi sul loro sviluppo tridimensionale, al fine di valorizzare la forte caratterizzazione geometrico-compositiva.

Con la stessa metodologia è stata realizzata anche una vista prospettica dell'esterno dell'edificio così come costruito nel 1943, prima della sopraelevazione del 1962 (fig. 7). Questa immagine fornisce una visualizzazione chiara degli elementi formali e materici dell'edificio al momento della sua realizzazione e permette di fare un paragone quasi alla pari con l'immagine che si ha oggi dello stesso edificio. Risulta evidente come prima della sopraelevazione il volume angolare fosse l'elemento centrale più alto e dominante la composizione a cui si univano sui due lati i corpi più bassi, come due ali simili tra loro. Con la sopraelevazione del 1962 il volume angolare diviene più basso e più piccolo del corpo su via Spinoza, da cui è parzialmente inglobato, andando a perdere il suo ruolo baricentrico all'interno dello schema compositivo. In questo modo il volume su via Spinoza diventa predominante mentre il corpo su via Villani sembra risultare un piccolo annesso.

Dai disegni d'archivio al rilievo: il confronto

Nell'ambito di questa ricerca un ulteriore contributo può venire dal rilevamento architettonico nella sua valenza di documento dell'opera realizzata. Le figure 8-12 consentono di mettere a confronto i disegni di progetto dei prospetti del 1939 (primo progetto) e del 1962 (sopraelevazione) con l'ortofoto elaborata mediante fotogrammetria digitale (Agisoft, Metashape, modello unico realizzato con 190 scatti). Le sovrapposizioni tra i dati di rilievo e quelli di progetto restituiscono in modo immediato le notevoli differenze metriche: nel passaggio dal disegno in scala 1:100 ad un esecutivo si sviluppa evidentemente una nuova fase progettuale nella quale il modulo del mattone, scrupolosamente utilizzato, riproporziona interessi e dimensioni delle aperture. Sul prospetto est, inoltre, è evidente come, la semplice rotazione di 90° del mattone, restituisca una loggia percettivamente molto più snella e leggera rispetto a quanto progettato.

Questo passaggio comparativo tra disegno di archivio e rilevamento dell'esistente, consente (come è naturale che sia) di accrescere ulteriormente la conoscenza sulla cultura del progetto messa in campo dall'architetto in tutte le fasi del suo operare.

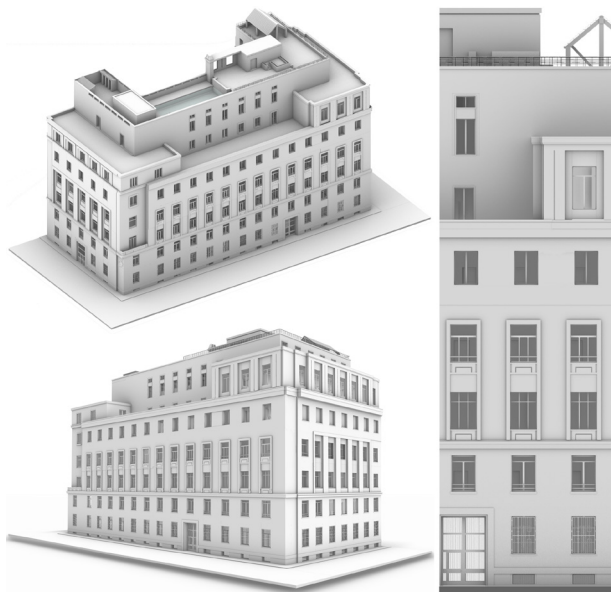
Confronto con il Palazzo dei Telefoni di Torino

Da una comparazione della Centrale di Città Studi con il Palazzo dei Telefoni di Torino, si evince immediatamente che i due edifici, progettati entrambi dall'architetto Castagnoli per la stessa società telefonica, hanno scale molto diverse. Si tratta infatti, nelle loro configurazioni finali, rispettivamente di un edificio di tre piani fuori terra e di uno di otto. Le differenze riguardano inoltre la destinazione d'uso, trattandosi in Città Studi di una centrale telefonica, quindi un edificio destinato ad ospitare solamente impianti telefonici e i locali accessori necessari, mentre il Palazzo dei Telefoni di Torino costituisce la sede della società, atta ad ospitare i suoi uffici. Nonostante queste differenze di dimensioni e di destinazione d'uso e il conseguente diverso livello di rappresentanza che questi edifici dovevano avere per l'azienda, si può riconoscere in essi un linguaggio architettonico comune, che caratterizza la produzione di Castagnoli declinandosi ai diversi contesti in cui viene utilizzato. In entrambi gli interventi è infatti chiara la volontà dell'architetto di inserirsi armoniosamente nel contesto

circostante, anche qualora esso non sia stato ancora costruito ma solamente progettato, andando a rapportare dimensioni, proporzioni e materiali con gli edifici confinanti. Tale intento è dimostrato anche dai disegni progettuali che raffigurano i suoi interventi accostati agli edifici vicini, come la Chiesa di Muzio nel caso di Città Studi, di cui si è discusso in precedenza, e la preesistente sede STIPEL, nel caso di Torino [Incerti, Mei, Castagnoli 2021].

L'analisi grafica della facciata del Palazzo dei Telefoni di Torino su via Mercantini (disegni esecutivi in scala 1:50 del progetto per i rivestimenti, 1943, Archivio EdificaTo) ci permette di riconoscere la medesima logica compositiva utilizzata a Città Studi. Il ritmo della facciata (fig. 12) è dato dall'asse delle aperture, secondo un modulo di 4 metri (che qui deriva in realtà dalla maglia strutturale dei pilastri). Il rapporto pieni/vuoti è di 3:2 e risulta ordito sulla misura del mattone che caratterizza il rivestimento dei piani terzo, quarto e quinto. Come per il primo edificio, le porzioni in angolo sono trattate con moduli diversi. Le aperture, pur mantenendo sempre la stessa larghezza, vengono progressivamente modificate in altezza,

Fig. 13. Viste di insieme e di dettaglio del modello digitale del Palazzo dei Telefoni di Torino (elaborazione grafica degli autori).



probabilmente in ragione delle diverse esigenze di luce dal primo piano (2,56 m.) al sesto piano (2,20 m.). Appare infine evidente come l'autore abbia qui lavorato secondo una logica di "sottrazione volumetrica" da un solido principale, che viene progressivamente scavato così come già nel progetto di Villa presentato alla IV Triennale [Incerti 2016, p. 185].

I modelli digitali tridimensionali dei due casi studio sono stati realizzati con metodologie diverse: per lo studio del Palazzo dei Telefoni di Torino è stato utilizzato infatti un software di modellazione di superfici NURBS (fig. 13) che, rapportato alla modellazione BIM già descritta, ci consente di proporre alcune riflessioni (certamente non esaustive) sul tema della rappresentazione tridimensionale a partire dai disegni d'archivio. Premesso che lo scopo del contributo non è quello di proporre un confronto approfondito tra sistemi di modellazione, le due esperienze ci hanno consentito di apprezzare vantaggi e svantaggi nello sviluppo della ricerca sulla cultura del progetto dell'architetto Castagnoli. Benché entrambe le metodologie si siano rivelate efficaci nella rappresentazione e divulgazione, soprattutto viste tridimensionali, la modellazione BIM ha presentato alcuni aspetti particolarmente interessanti. In primo luogo i modelli BIM sono basati sulla strutturazione semantica degli elementi costitutivi dell'architettura e pertanto conducono in questo campo di applicazione ad una conoscenza più approfondita dell'edificio reale, poiché replicano «un modello digitale analogo a quello reale, non solo nella resa mimetica della sua configurazione, ma anche nella organizzazione intrinseca delle sue parti» [di Luggo 2018, p. 50, 51]. Nei sistemi BIM il momento rappresentativo non costituisce solo il momento di ricostruzione grafica del reale nello spazio della rappresentazione, ma anche il momento critico di individuazione della struttura formale dell'architettura e delle relazioni costitutive che la sostanziano [di Luggo 2018].

Su un piano prettamente pratico-operativo, la possibilità di una strutturazione temporale del modello, fornita dall'ambiente BIM, si è rivelata particolarmente utile nell'analisi dell'architettura decisamente ostica da interpretare, in ragione degli innumerevoli elaborati di progetto che si sono susseguiti nel corso di oltre due decenni. Inoltre il sistema delle famiglie parametriche ha favorito un attento confronto tra gli elementi architettonici presenti nell'opera (in questa epoca già basati sulla ripetizione seriale), creando automaticamente una catalogazione utile per la loro analisi.

Conclusioni

Con questo contributo è stato analizzato il progetto della Centrale Telefonica di Città Studi a Milano grazie alla messa a sistema di disegni di archivio, documenti, rilievi e tecniche dell'analisi grafica bi- e tridimensionale (con metodologia BIM) allo scopo di portare alla conoscenza l'approccio tecnico e culturale dell'autore così come le sue risposte alle sollecitazioni esterne (vedi il caso del *Templum Reginae Pacis Augustae* di Giovanni Muzio). Tale progetto è stato inoltre sinteticamente confrontato con il caso studio del Palazzo dei Telefoni di Torino, per cui sono stati utilizzati strumenti e metodologie di rappresentazione diverse.

Il lavoro costituisce un ulteriore tassello nell'ambito di una ricerca più ampia sui progetti dell'architetto Castagnoli che, visti i primi risultati raggiunti, si ritiene utile sviluppare anche con metodologia BIM. Futuri sviluppi potrebbero riguardare

Crediti

Il lavoro è da considerarsi come prodotto unitario del gruppo di ricerca ma ogni paragrafo è da attribuire ad uno o più autori, come indicato dalle iniziali riportate tra parentesi dopo il titolo di ogni paragrafo: Introduzione (M.I., G.M., A.C.), Ubaldo Castagnoli e il Gruppo 7 (A.C., M.I.), Il primo progetto della Centrale di Città Studi (M.I.), I progetti successivi della Centrale di Città Studi: dai disegni di archivio alla visualizzazione BIM 4D (G.M.), Realizzazione del modello BIM semanticamente consapevole e delle sue famiglie parametriche (G.M.), Modello BIM per la rappresenta-

zione digitale tridimensionale: interni e esterni (G.M.), Dai disegni d'archivio al rilievo: il confronto (M.I.), Confronto con il Palazzo dei Telefoni di Torino (M.I., G.M.), Conclusioni (M.I., G.M., A.C.). Le fotografie di alcuni disegni di Castagnoli sono conservate nell'archivio Bottoni del Politecnico di Milano (Regesto delle fotografie di Piero Bottoni: altre immagini). Altri archivi che contengono materiale dell'autore sono: Archivio Figini-Pollini al MART, Archivio TIM, Archivio EdificaTo, Archivio di famiglia Castagnoli.

Ringraziamenti

Si ringrazia la famiglia Castagnoli per la disponibilità e la collaborazione nello svolgimento della ricerca.

Autori

Manuela Incerti, Dipartimento di Architettura, Università degli Studi di Ferrara, icm@unife.it
Gianmarco Mei, Dipartimento di Architettura, Università degli Studi di Ferrara, gianmarco.mei@unife.it
Anna Castagnoli, illustratrice, anna.castagnoli@gmail.com

Riferimenti bibliografici

Atteni, M., Rossi, M.L. (2019). La modellizzazione del patrimonio costruito. Processi BIM a confronto per tipologie architettoniche. In *Diségno*, n. 4, pp. 189-200.

Belli, C. (1935). Origini del gruppo 7. In *Quadrante*, n. 2 (23), pp. 32-39.

Bertola, G. (2020). Archives enhancement through design drawings survey, BIM modeling and prototyping. In *2020 IMEKO TC-4. International Conference on Metrology for Archaeology and Cultural Heritage (MetroArchaeo 2020) Proceedings*. Trento, 22-24 October 2020, vol. 2, pp. 66-71.

Betta, P. (1927). Il Gruppo "7" di Milano e l'Architettura Nuova. In *L'architettura Italiana*, n. 22 (2), pp. 13-15.

Brumana, R. et al. (2013). From survey to HBIM for documentation, dissemination and management of built heritage: The case study of St. Maria in Scaria d'Intelvi. In A.C. Addison, L. De Luca, G. Guidi, S. Pescarin (Eds.) *2013 Digital Heritage International Congress Proceedings*. Marseille, 28 Oct - 1 Nov 2013, pp. 497-504. IEEE.

Bruno, N., Roncella, R. (2019). HBIM for Conservation: A New Proposal

for Information Modeling. In *Remote Sensing*, n.11 <<https://www.mdpi.com/2072-4292/11/15/1751>> (consultato il 9 aprile 2022).

Buffa, P., Cassi Ramelli, A. (1934). *P. Buffa e A. Cassi architetti. Rassegna di architettura* (numero monografico). Milano: Tip. Rozza di Corbella.

Buratti Mazzotta, A. (2013). La didattica del disegno edile e la cultura delle scuole tecniche nell'Ottocento a Milano. In C.G. Lacaita, M. Fugazza (a cura di). *L'istruzione secondaria nell'Italia unita: 1861-1901*, pp. 258-273. Milano: FrancoAngeli.

Calcerano, F. et al. (2017). Heritage Bim: methodological reflections and interoperability with numerical simulations. In *Dienne*, n. 1, pp. 19-31. Roma: Dei s.r.l. Tipografia del Genio Civile.

Caneva, L. M., Griffini, E. A. (1930). *36 progetti di ville di architetti italiani*. Milano-Roma: Bestetti e Tumminelli.

Cartasegna, R., Santi, B. (a cura di). (2017). Franca Petocchi intervista Guido Frette. In *Guido Frette un razionalista a Tortona. Catalogo della Mostra*. Biblioteca Civica di Tortona 26.XI.2016 - 25.II.2017, pp. 33-45. Tortona: Città di Tortona.

Castagnoli, U., Frette, G. (1934). Nuovo negozio della Sartoria Spagnolini. In *Edilizia Moderna*, n. 14, pp. 28, 29.

Ciucci, G., Muratore, G. (2010). *Storia dell'architettura italiana. Il primo Novecento*. Milano: Electa.

di Luggo, A. (2018). Tra didattica e ricerca: i sistemi H-BIM per la documentazione del patrimonio architettonico. In T. Emler, F. Quici, G. M. Valenti (a cura di). *3D MODELING & BIM - Nuove Frontiere*, pp. 50-51. Roma: Dei s.r.l. Tipografia del Genio Civile.

Incerti, M. (2016). *Le ville del concorso della IV Triennale di Monza (1930). Disegno e modello nella comunicazione del progetto*. Bologna: Bononia University Press.

Incerti M., Mei G., Castagnoli A. (2021). Ubaldo Castagnoli e la piscina pensile del Palazzo dei Telefoni di Torino/Ubaldo Castagnoli and the Hanging Swimming Pool of the Palazzo dei Telefoni in Turin. In Arena A. et al. (a cura di). *Connettere. Un disegno per annodare e tessere. Linguaggi Distanze Tecnologie. Atti del 42° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Connecting. Drawing for weaving relationship. Languages Distances Technologies. Proceeding of the 42th International Conference of Representation Disciplines Teachers*, pp. 2367-2384. Milano: Franco Angeli.

Irace, F. (1994). *Giovanni Muzio 1893-1982*. Opere. Milano: Electa.

Inzerillo, L. et al. (2016). BIM e beni architettonici: verso una metodologia operativa per la conoscenza e la gestione del patrimonio culturale/ Bim and architectural heritage: Towards an operational methodology for the knowledge and the management of cultural heritage. In *Disegnarecon*, n.16, pp. 16.1-16.9.

Istituto per le case popolari Milano (1933). *Il concorso per il nuovo quartiere Francesco Baracca a San Siro : progetti di massima per il nuovo quartiere Maurilio Bossi in viale Molise*. Istituto per le case popolari di Milano. Milano: Bertieri.

Moretto, G. (a cura di). (sd). *Studi di architettura della scuola superiore nella R. Accademia di Belle Arti e nel R. Politecnico di Milano*. Milano: Bestetti e Tumminelli.

Paolini, C., Pugnaletto, M. (2017). Reinforced brick light-weight vaults. In *Tema: Technology, Engineering, Materials and Architecture*, n. 3 (1), pp.124-136 <<https://doi.org/10.17410/tema.v3i1.125>> (consultato il 9 aprile 2022).

Parisi, P., Lo Turco, M., Giovannini, E.C. (2019). The value of knowledge through H-BIM models: historic documentation with a semantic approach. In *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Atti del 8° workshop internazionale 3D-ARCH "3D Virtual Reconstruction and Visualization of Complex Architectures"*. Bergamo, 6-8 febbraio 2019, vol. XLII-2/W9, pp. 581-588.

Rassegna di Architettura (1931). La II Esposizione di Architettura Razionale Italiana alla Permanente di Milano, n. IX (7), pp. 249-257.

Ricci, G. (2008). Una sede sofferta: dalla preesistenza a un nuovo insediamento urbano. In *Annali di storia delle università italiane*, n. 12, pp. 27-44. Bologna: Clueb.

Santagati, C. et al. (2018). Assessment of workflows for creating 3D semantic libraries: A study on medieval bell towers in the central region of Sicily. In *MetroArchaeo 2018. International Conference on Metrology for Archaeology and Cultural Heritage Proceedings*. Cassino, 22-24 ottobre 2018, pp. 111-116.

Selvafoita, O. (2008). Una scuola per il progetto. La formazione tecnico scientifica al Politecnico di Milano. In E. Canadelli, Z. Paola (a cura di). *Milano scientifica, 1875-1924*. Milano: Sironi.

Selvafoita, O. (2012). Gli studi di ingegneria civile e di architettura al Politecnico di Milano. Territorio, costruzioni, architetture. In Ferraresi, A. (a cura di). *Le università e l'unità d'Italia, 1848-1870*. Bologna: Clueb.

Valenti, G.M., Griffo, M. (2020). Processi BIM nella definizione di modelli conoscitivi per l'architettura: aspetti formativi. In T. Emler, A. Caldarone, A. Fusinetti. (a cura di). *Data modeling & Management for aeoo industry*, pp.176-190. Roma: DEI s.r.l. tipografia del Genio Civile.

Velo, U., Castagnoli, A., Incerti, M. (2020). Ubaldo Castagnoli. Dal Gruppo 7 alle architetture per le telecomunicazioni/Ubaldo Castagnoli. From Gruppo 7 to architectures for telecommunications. In Arena A. et al. (a cura di). *Connettere. Un disegno per annodare e tessere. Atti del 42° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Connecting. Drawing for weaving relationships. Proceeding of the 42th International Conference of Representation Disciplines Teachers*, pp. 2869-2890. Milano: Franco Angeli.

Ubaldo Castagnoli: on the Graphic and Historical Traces of an Exponent of Gruppo 7

Manuela Incerti, Gianmarco Mei, Anna Castagnoli

Abstract

In 1926, a group of seven friends who studied at the Regio Istituto tecnico superiore of Milan –made up of Ubaldo Castagnoli, Luigi Figini, Gino Pollini, Guido Frette, Sebastiano Larco, Carlo Enrico Rava and Giuseppe Terragni– decided to found Gruppo 7. Between 1926 and 1927, the seven young architects published some articles in the journal Rassegna Italiana that are still considered today as one of the founding moments of the new Italian architecture. Ubaldo Castagnoli left the group almost immediately, being replaced by Adalberto Libera and, for this reason, his name disappears from the history of architecture books. The career of this professional developed within one of the most important companies in the country, STIPEL, the Piedmontese and Lombard inter-regional telephone company (which in 1964 was incorporated into the SIP), with the role of Central Director at the disposal of the General Management of real estate affairs. He also had a long professional relationship with Luigi Einaudi, before and while he was President of the Republic. The work presented below aims to continue the research recently inaugurated on this figure, that is still not adequately investigated, in order to deepen the role of the cultural debate of those years on his vast professional activity, working with the methods and techniques of the disciplines of representation.

Keywords: Gruppo 7, BIM, STIPEL, archives, graphic analysis.

Introduction

The paper aims to investigate, through the tools and techniques of representation, the culture of the project of Ubaldo Castagnoli, architect of Gruppo 7, continuing the work recently inaugurated by the research group. From a first list of his works, still incomplete, two buildings were selected and some critical readings were conducted initially on his graphic language [Velo, Castagnoli, Incerti 2020], in relation to the course of higher studies and the debate then in place [Buratti Mazzotta 2013; Moretti n.d.; Selvafolta 2008, 2012]. Reflections were also proposed on the use of form [Velo, Castagnoli, Incerti 2020] and on original perceptual aspects of some spaces that today have been strongly transformed. At a later stage, the

three-dimensional digital reconstruction was used, according to a method that is now widely consolidated in the scientific disciplinary sector, in its value both as a study tool and as an opportunity to enhance and disseminate the theme of the architectural project not built or lost due to subsequent events [Incerti, Mei, Castagnoli 2021]. The present contribution aims to analyze two buildings, Centrale Telefonica di Città Studi in Milan and the Palazzo dei Telefoni in Turin, systematizing archive drawings, documents, surveys of the facades and techniques of two- and three-dimensional graphic analysis (both in BIM environment and with manual modeling of NURBS surfaces).

Ubaldo Castagnoli and Gruppo 7

The architect-engineer Ubaldo Castagnoli (Rome 1902 - Turin 1982) graduated in 1925 from the Regio Istituto Tecnico Superiore of Milan. In this environment he met the young colleagues, who were tutored and influenced by Piero Portaluppi (then he was assistant to the chair of Architecture) and in 1926 they decided to found Gruppo 7, the first group of modern Italian architects, composed precisely by Ubaldo Castagnoli, Luigi Figini, Gino Pollini, Guido Frette, Sebastiano Larco, Carlo Enrico Rava, Giuseppe Terragni [Belli 1935; Betta 1927; Cartasegna, Santi 2017; Pacifiers, Bricklayer 2010]. The seven colleagues sign with the name Gruppo 7 the four famous articles that appeared a few months later in the *Rassegna Italiana* magazine between December 1926 and May 1927: these articles and the lively debate that followed are still considered today one of the founding moments for the new Italian architecture. As known, Castagnoli's membership to the group was short: he was immediately replaced by Adalberto Libera and, for this reason, his figure almost immediately disappears from the pages of history of architecture books.

In addition to his participation in the 4th Triennale di Monza (1930), the 2nd Exhibition of Rational Architecture (1931) and the Permanente in Milan (1931), the first works produced by our research-group have pointed out some collaborations with well-known figures of the epoch, including Guido Frette (1929-1935), Piero Bottoni (1930) and Antonio Cassi Ramelli (1933) [Bufa, Cassi Ramelli 1934; Caneva, Griffini 1930; Castagnoli, Frette 1934; Incerti 2016; Istituto per le case popolari Milano 1933; *Rassegna di Architettura* 1931].

In 1935 Castagnoli was hired by the STIPEL Telephone Company for which he worked as an engineer of telephone exchanges for the Piedmont and Lombardy area until 1962 when, due to some health problems, he resigned while continuing to work for the company as a freelancer. The intense development activity of the telecommunications sector (especially after the war) in which Castagnoli worked, as well as the confidentiality required by his important role, certainly did not facilitate his notoriety which, however, had to be remarkable, given that, in 1947, he started to work for Luigi Einaudi, with whom he had a long and fruitful relationship that lasted even while Einaudi was President of the Italian Republic.

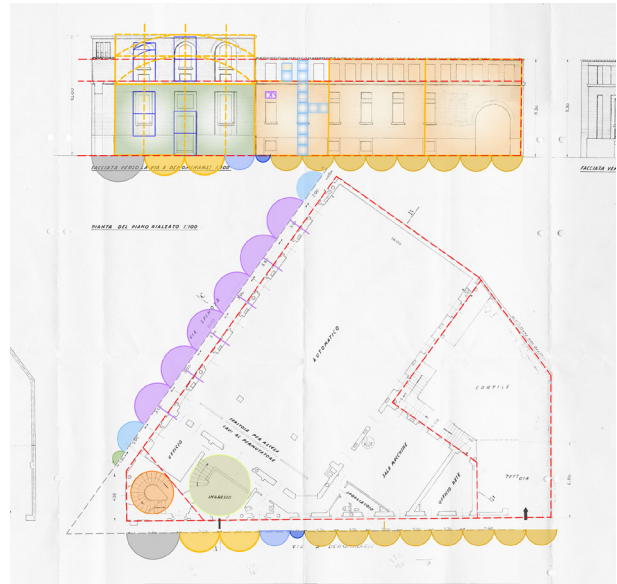
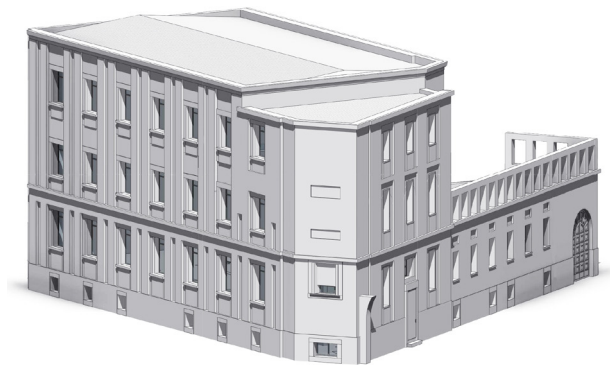
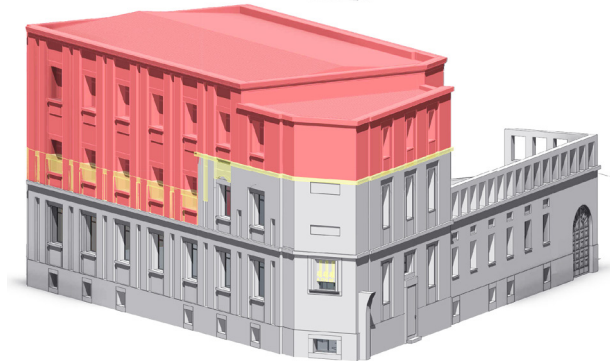
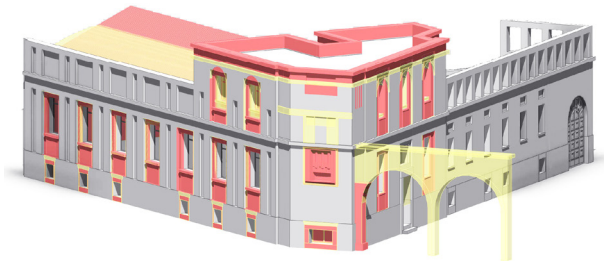
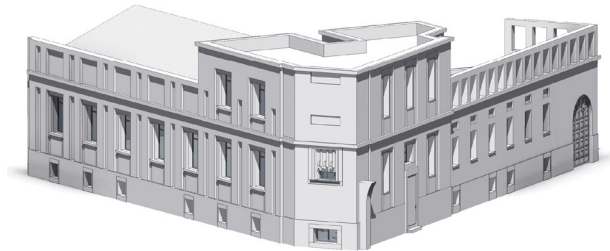
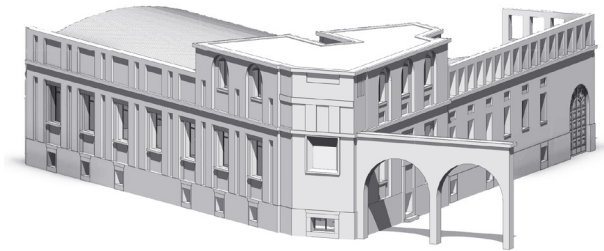


Fig. 1. Centrale telefonica di Città Studi, analisi grafica del piano rialzato e del prospetto su via Villani (1939), (elaborazione grafica degli autori).

The first project for the Centrale Telefonica di Città Studi

The project for the Centrale Telefonica di Città Studi started in 1938, in a historical period of impressive development of the telecommunications network and in an area of urban expansion which had long been destined to become a new university area. Twenty-five years earlier, in 1913, Augusto Brusconi and Gaetano Moretti, professors of the R. Politecnico di Milano of Milan, had carried out a general project of the university complex consisting of nine buildings connected to each other [Ricci 2008]. The construction, interrupted by the great war, ended in 1927, the year in which the inauguration took place. The first telephone exchange of the company, located in the main building of the University, quickly became insufficient for the growing needs. The impossibility of building extensions led the Company to identify a new plot in the area north of Piazza Leonardo where, in 1919, the Gran Sasso Garden Village was built to respond to public housing shortage. The irregular shape of the plot is the result of a series of changes to the Town Plan and consequent negotia-



tions, documented by some planimetric hypotheses and sketches preserved in the folder relating to the project (Archivio Storico TIM, Subfondo "DCT – Direzione Centrale Tecnica", Serie "SE - Servizio Edile, faldone 7/2). The building overlooks the pre-existing Via Spinoza (to the south-west) for about 31 meters, Piazza Leonardo (to the south) for just over 4 meters, and a new road that will be called Via Villani (to the East) for about 34 meters. On the opposite side of the latter street, the construction of a parish complex was planned. Its project was initially conferred to Giovanni Muzio (1893-1982) but was then carried out in 1955, with more sober forms, by Giuseppe Chinigher (1921-2012).

In 1939 the expropriations and demolitions of the residential buildings of the Garden Village were carried out; the construction works began in 1940 and ended in 1943 (therefore in the middle of the war) as evidenced by the contracts with the construction company. The morphology of the building, which can be divided into three blocks, arises from the need to fit into an irregular polygonal plot: the two-level volume on via Spinoza (1) occupied by the

Fig. 2. Centrale telefonica di Città Studi, viste assometriche del primo progetto del 1939 e dello stato comparativo tra il primo progetto del 1939 e la realizzazione completata nel 1943 (elaborazione grafica degli autori).

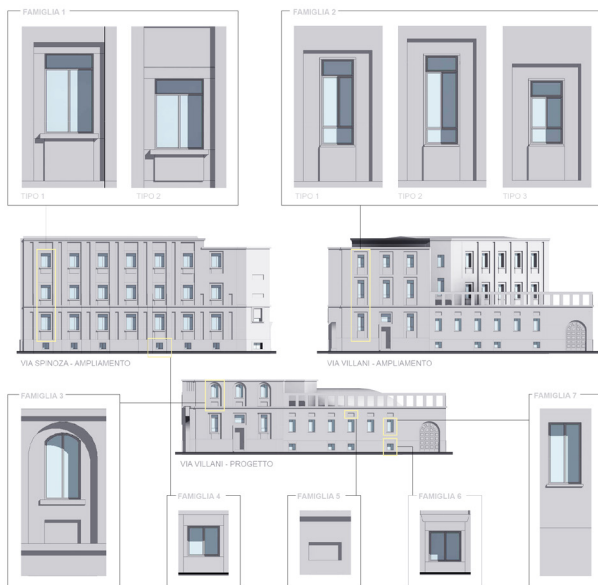
Fig. 3. Centrale telefonica di Città Studi, viste assometriche della realizzazione del 1943 e dello stato comparativo tra la realizzazione del 1943 e la sopraelevazione del 1962 (elaborazione grafica degli autori).

Fig. 4. Centrale telefonica di Città Studi, vista assometrica con la sopraelevazione del 1962 (elaborazione grafica degli autori).

actual telephone exchange; the one on via Villani (2), again on two levels, dedicated to the rooms for heating, offices and the engine rooms; and finally the one on the corner of Piazza Leonardo (3), on three levels, occupied by staircases, offices and the caretaker's apartment. This planimetric partitioning can be also recognized from the outside, thanks to the composition of the volumes: volumes 1 and 2 are made up by basement and ground floor; while volume 3 consists of basement, ground floor and first floor. From the project drawings of the young engineer-architect Castagnoli it is possible to deduce his attention for technological innovations and for the debate on the theme of the architectural project which, in the development of the architectural process, necessarily find continuous interactions between them.

The structure of the building was planned in brick masonry, unreinforced concrete, reinforced bricks and, only partially, in reinforced concrete ((Archivio Storico TIM, Subfondo "DCT – Direzione Centrale Tecnica", Serie "SE – Servizio Edile, faldone 7/2) see the application to the

Fig. 5. Centrale telefonica di Città Studi, abaco delle famiglie parametriche delle finestre del modello BIM (elaborazione grafica degli autori).



Ministry cited in correspondence dated November 16th 1939). The roof of the large room called 'automatico', 14 m wide and about 25 m long, is indicated in section with a lowered arch typical of the Volta SAP. Presented for the first time at the Milan trade fair in 1938 with the famous large arched structure, the system had been patented in 1936 and was produced by the Fornaci Fratelli Rizzi Donelli Breviglieri & C. of Piacenza. This is the same technology that Giuseppe Pagano decided to use in 1939 in the extension project of the building Nuova Pettinature Riunite in Biella (in collaboration with engineer Predaval), and that few years later, in 1943, was also used by Piero Bottoni for the roof of the Olivetti Shyntesis factory in Apuania. Two examples referable to industrial architecture, an area in which this technology was actually widely used [Paolini, Pugnaletto 2017].

The graphic analysis conducted on the original drawings can help us reveal the architect's thinking and his cultural and design references, explicit or implicit. Observing the elevations gives us the perception of a regularity punctuated by the openings and setbacks of planes that materialize, especially on Via Spinoza, a system of beams-pillars, which is useful for internally incorporating ducts for the technical systems. The windows are highlighted by large stone frames and high windowsills. Above, the theme of the loggia with an architrave is treated differently on the south-west side (closed) than on the east side (open). It is still possible to note how some circular shapes characterize the plan of the entrance and the staircase, the openings on the first floor; the two access arches to the current Via Villani (never completed even if set up, as can be seen from the fragment still existing today) and the entrance to the court. Overall, as noted in a previous contribution [Velo, Castagnoli, Incerti 2020], these are forms that are closer to the Milanese twentieth century language than to the international rationalism.

The reading of the compositional module, in plan and elevation (fig. 1), highlights a certain complexity, which finds its own development logic, when we refer to the three volumes previously identified. The module of 3.90 m. of the opening's axis on via Spinoza, is in fact different from that used on via Villani or on the corner volume. It is clear that all the modules are based on the distance between the voids and not on the solids/voids ratio which. In the execution phase, this distance will be sized and proportioned to the dimension of the brick, the true module of this architecture (24-24.5 cm; 11.5-12 cm; 6.5 cm with

mortar thicknesses of about 1 cm). Finally, figure 1 shows the use of some notable proportions (golden ratio, $\sqrt{2}$, $\sqrt{3}$, 1:2) which denote the research, not necessarily rational or conscious, of proportional relationships between the parts.

As will be further explained below, the project examined so far differs from what was actually built. In fact, all the arches disappeared except those of the access to the courtyard: a change of language that had certainly have repercussions in terms of simplification in the construction and, therefore, in terms of costs.

The project drawings of the *Templum Reginae Pacis Augustae* in Milan - Città Studi, elaborated in 1939 and preserved in the Archivio Muzio [Irace 1994, pp. 211, 212] help us to reconstruct the meaning of some of Castagnoli's design choices. In those years Muzio was already a very successful professional, author of numerous civil and sacred architectures including Università Cattolica del Sacro Cuore and its chapel (1929-1949), S. Maria Annunciata in Chiesa Rossa church (1932), Sant'Ambrogio and Sant'Antonio church and convent in Cremona (1936-1939), Sant'Angelo church and Angelicum cultural center in Milan (1939-1947), whose language marks a turning point in the architect's poetic and professional career [Irace 1994, pp. 203-230].

The analysis of Muzio's drawings for the church of Città Studi shows a series of formal and material similarities with the project for the Castagnoli telephone exchange. The new *Templum*, of imposing dimensions, presents an organization of the surfaces similar to the other contemporary Milanese works of its author: horizontal and vertical bands whose measurements are given by the module of the brick, as well as backward or protruding squares or rectangles and round arches. The roofs of the large hall and the accessory building on the north side are curved, therefore large SAP vaults were likely planned. In the drawings and in the model of the project there are also the two arches that frame the beginning of the new via Villani, the same ones that appear in the project of Castagnoli telephone exchange and that are sketched in pencil, in plan, in elevation and on the plan in scale 1:500 about the land subdivision in plots. In this last drawing, preserved in the project folder, also the articulated perimeter of the church of Muzio (80x69.38 m) appears. The direct confrontation between the two architects is, among other things, testified also by a memo for the STIEPEL General Manager, dated April 1939.

Fig. 6. Centrale telefonica di Città Studi, sopra: vista dell'ingresso dalla porta di accesso, sotto: vista della scala principale (elaborazione grafica degli autori).

Fig. 7. Centrale telefonica di Città Studi, vista degli esterni da Piazza Leonardo da Vinci, al momento della prima realizzazione completata nel 1943 (elaborazione grafica degli autori).



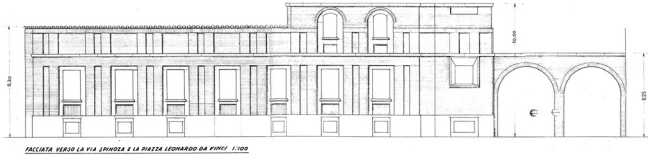


Fig. 8. Centrale telefonica di Città Studi, prospetto su via Spinoza. Sopra: primo progetto del 1939; sotto: ortofoto elaborata con fotogrammetria digitale (elaborazione grafica degli autori).

According to these documentary evidence, it is clear that the Città Studi project was born with the intention of harmonizing it with the neighboring building, adapting dimensions, materials and proportions, with a measured and respectful attitude that we will see also in the Turin theme illustrated at the end.

The later projects for the Building in Città Studi: from archive drawings to 4D BIM visualization

Castagnoli worked again on the telephone exchange to design a raising project –which gave the building its current shape– in 1962, the same year in which he resigned from STIPEL, due to health reasons. This second project is therefore part of that series of works that the architect carried out for the telephone company as a freelancer after his resignation, as evidenced by the fact that the related documents are kept in the family's private archive.

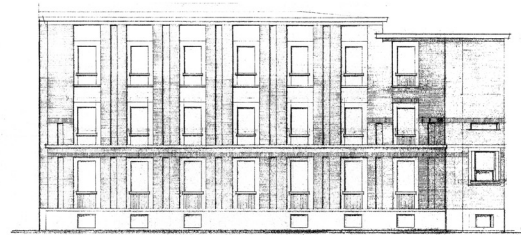
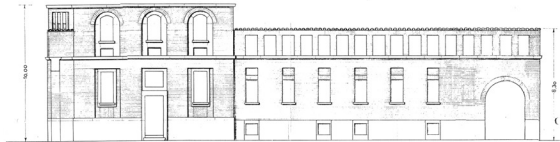


Fig. 9. Centrale telefonica di Città Studi, prospetto su via Spinoza. Sopra: progetto della sopraelevazione del 1962; sotto: sovrapposizione tra ortofoto e progetto del 1962 (elaborazione grafica degli autori).

This temporal information relating to the phases of the building (first project in 1939, construction in 1943, raising project in 1962) were integrated with the three-dimensional geometric ones within the digital model, in a BIM environment with the software Revit, in compliance with the standard UNI 11337-1:2017 which describes the fourth dimension of information models as the 'simulation of the building or its elements as a function of time'. Within the BIM environment, in fact, the models can be made up of 'phases', each representing a distinct period of the life of the project and in particular in H-BIM projects these phases are generally used to describe the evolution of the building and its changes over time [Brumana et al. 2013, Calcerano et al. 2017].

The BIM modeling was carried out on the basis of archival drawings, thus following a procedure of which the examples in the literature are relatively numerous [Bertola 2020], while there are many case studies of BIM models based on indirect surveys integrated with archival documentation (see in this regard the experiences on buildings da-



SECCATA PERIO LA VIA A BENDOMINARI L'100.



Fig. 10. Centrale telefonica di Città Studi, prospetto su via Villani. Sopra: primo progetto del 1939; sotto: ortofoto elaborata con fotogrammetria digitale (elaborazione grafica degli autori).

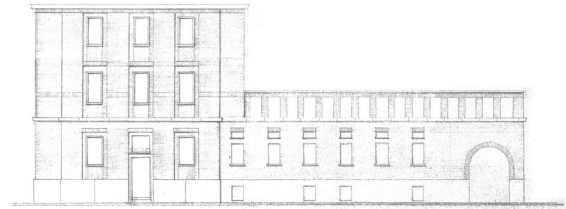


Fig. 11. Centrale telefonica di Città Studi, prospetto su via Villani. Sopra: progetto della sopraelevazione del 1962; sotto: sovrapposizione tra ortofoto e progetto del 1962 (elaborazione grafica degli autori).

amaged by recent earthquakes). In particular, for the graphic reconstruction of the phases, the differences between the archive documents were analysed: the parts of the architecture, modified over the course of about 25 years, were progressively documented in the model, without altering the main dimensions of the composition system. Thanks to this temporal structuring of the model, it was possible to create, in addition to the three-dimensional views corresponding to the three phases, also those that highlight the differences between them, showing the removed elements in yellow and those added in red (figs. 2-4). It is therefore noted how, already in the passage from the first project of 1939 to its initial construction completed in 1943, some changes were made, in addition to the already mentioned disappearance of the arches: the SAP vault was replaced by a double pitched roof, the body corner was raised and some compositional and decorative elements of the openings were simplified.

With the raising project of 1962, two floors were added to the first volume on via Spinoza, while on the corner volume,

which already had an extra floor, only one was added, with a more limited height, so that this corner volume is lower than the rear one. While still maintaining the same composition scheme of the facades, this intervention completely transforms the general proportions of the building. In fact, previously the facility had a mainly horizontal extension with a plan development much more consistent than the one in elevation, having only one floor above ground, except for the limited two-storey corner portion. Following the raising project, the plan extension remains unchanged but the building becomes three floors above ground (with a height increase of 50%, from 10 to 15 m). For these reasons the altimetric development becomes predominant, in perceptible terms, over the planimetric one. The drawings show how Castagnoli, while creating a building with profoundly different proportions, is able to maintain all the formal elements of the existing building, even reusing them in the design of the elevation, creating a completely coherent and balanced composition and an unitary organism, without any discontinuity between the existing building and the added floors.

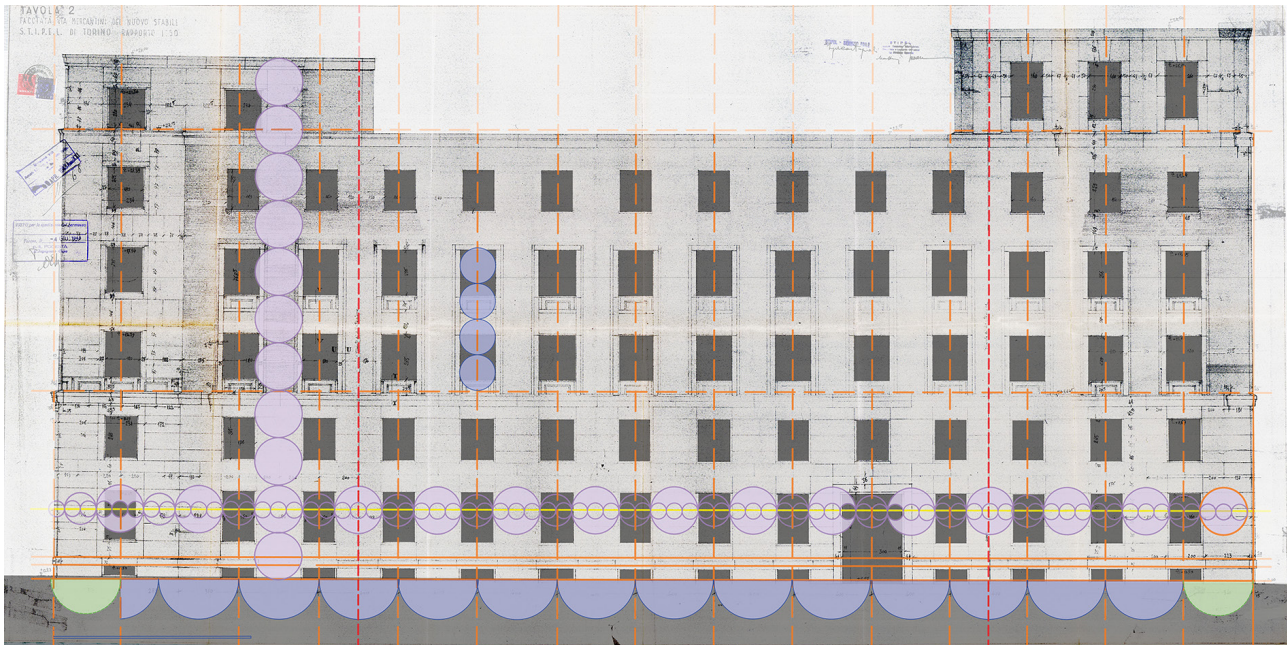
Creation of the semantic aware BIM model and its parametric families

The BIM virtualization of the Centrale di Città Studi is a semantically aware digital model, consisting of a collection of structured objects identified through an architectural vocabulary. Its implementation therefore composed by two parallel processes, a cognitive one of interpretation and recognition of the semantic elements that make up the architecture and an operative one for the generation of geometries [Inzerillo et al. 2016, p. 16.4]. Therefore, its realization, in addition to providing useful tools of representation and dissemination, has first and foremost worked as a tool to study the archive drawings. This methodology has proved particularly useful for windows, in fact the modeling of the related parametric families required first of all a careful analysis of the various types present, to identify similarities and differences. An arrangement of

the main typologies into seven parametric families was carried out and in two cases these have been divided into several types, which differ in size or detail elements (fig. 5).

This work has shown how Castagnoli repeats in his composition some architectural elements similar to each other, declining them with some dimensional variations. Furthermore, these activities of architectural elements parametrization have the potential to create reusable 3D semantic libraries of historical architectural elements in the context of Heritage Building Information Modeling (H-BIM) [Santagati et al. 2018, p. 111]. Being a mid-20th century building, the use of libraries of standardized elements does not present particular complexities due to the uniqueness of the historical form [Attenti, Rossi 2019, p. 189] as the construction techniques of the period were already based on the repetition of elements made by serial production.

Fig. 12. Palazzo dei telefoni di Torino, analisi grafica del prospetto su via Mercantini (1943), (elaborazione grafica degli autori).



BIM model for three-dimensional digital representation: indoor and outdoor

The three-dimensional model was used as a basis for the creation of perspective images with Lumion, a real-time rendering software. This feature, together with the simple and intuitive interface and the rich pre-loaded libraries, makes the workflow very smooth, which is further facilitated by the Lumion LiveSync plug-in for Revit. It synchronizes the file with the BIM model in real time, so that each change is updated in real time, ensuring extreme interoperability between software. This methodology was applied to create two images of the interiors (fig. 6), produced to analyse the spatiality of the distribution systems generated by a circular matrix. In fact, as already mentioned, the entrance and the staircase stand out from the archive drawings because their perimeters in plan are essentially defined by two circumferences. From the documents available, their geometric connotation on the horizontal plane is very clear but no other drawings or photographs, that describe the spatiality of these environments in three dimensions, are available nor at the moment it was possible to visit these indoor areas. Therefore, they have been modeled on the basis of the information available in the original drawings: through these images a first hypothesis on their three-dimensional development is therefore proposed, in order to enhance the strong geometric-compositional characterization of this spaces.

With the same methodology, a perspective view of the exterior of the building was also created, as it was built in 1943, before the raising project of 1962 (fig. 7). This image provides a clear view of the formal and material elements of the building at the time of its construction and allows to make a comparison, almost on the same level, with the current appearance of the building. It is evident that before the elevation, the angular volume was the highest central element and it dominated the composition, while the two lower volumes were joined on the two sides of it, like two similar wings. With the raising project of 1962, the angular volume becomes lower and smaller than the body on Via Spinoza, from which it is partially incorporated, losing its central role within the composition scheme. In this way the volume on via Spinoza becomes predominant while the wing on via Villani seems to be a small annex.

From archival drawings to survey: a comparison

In the context of this research, a further contribution can come from the architectural survey in its value as a document of the completed work. Figures 8-12 allow to compare the project drawings of the elevations of 1939 (first project) and 1962 (raising project) with the orthophoto processed by digital photogrammetry (Agisoft, Metashape, single model made with 190 shots). The overlaps between the survey data and the project data immediately shows the considerable metric differences: moving from the 1:100 scale drawing to an executive, a new design phase is evidently developed. During this the brick module, scrupulously used, re-proportions interaxle spacing and dimensions of the openings. On the east elevation, moreover, it is evident how, the simple 90° rotation of the brick, gives a perceptually much leaner and lighter loggia than the one planned.

This step of comparison between archival drawing and survey of the existing object, allows (as it naturally should be) to further increase knowledge on the culture of the project put in place by the architect in all phases of his work.

Comparison with the Palazzo dei Telefoni in Turin

From a comparison of the Centrale di Città Studi with the Palazzo dei Telefoni in Turin, it is immediately clear that the two buildings, both designed by Castagnoli for the same telephone company, have very different scales. Indeed, in their final configurations, they are respectively a three-storey building and an eight-storey one. The differences also concern the intended use, since the one in Città Studi is a telephone exchange, therefore a building intended to house only telephone systems and the necessary ancillary rooms, while the Palazzo dei Telefoni in Turin is the headquarters of the company and hosts its offices. Despite these differences in size and intended use and the consequent different level of representation that these buildings had for the company, it is possible to recognize a common architectural language, which characterizes Castagnoli's production and is adapted to the different contexts in which it is used. In both interventions, in fact, the architect's desire to blend harmoniously into the surrounding context is clear, even if it has not yet been built but only designed, relating dimensions, proportions

and materials with the neighbouring buildings. This intent is also demonstrated by the design drawings that depict his interventions alongside the neighbouring buildings, such as the Church of Muzio in the case of Città Studi, which was discussed above, and the pre-existing STIPEL headquarters, in the case of Turin [Incerti, Mei, Castagnoli 2021].

The graphic analysis of the façade of Palazzo dei Telefoni in Turin on via Mercantini (detailed drawings in 1:50 scale of the cladding, 1943, EdificaTo Archive) allows us to recognize the presence of the same compositional logic used in Città Studi. The rhythm of the facade (fig. 12) is given by the axis of the openings, according to a 4-meter module that actually derives from the grid of the reinforced concrete pillars. The solids/voids ratio is 3:2 and is sized and proportioned to the dimension of the brick that characterizes the third, fourth and fifth floors. As with the first building, the corner portions are treated with different modules. The openings, while always maintaining the same width, are progressively changed in height, probably

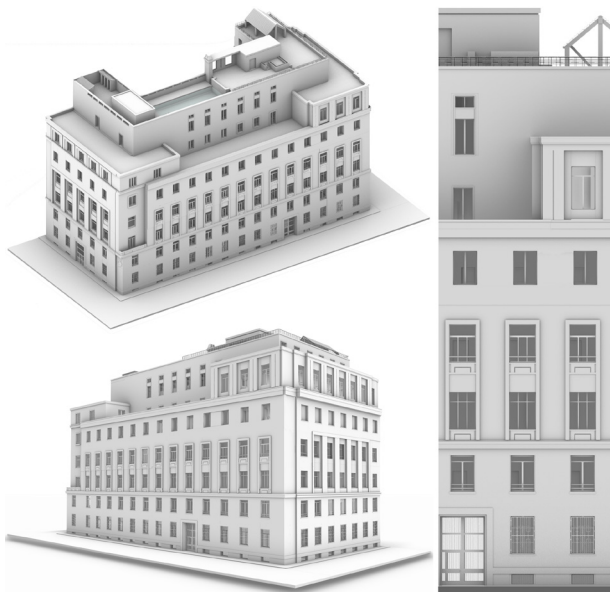
due to the different light requirements from the first floor (2.56 m) to the sixth floor (2.20 m).

Finally, it appears evident that the author worked here according to a logic of "volumetric subtraction" from a main solid, which is progressively excavated as already done in the project for a Villa, presented at the 4th Triennale [Incerti 2016, p. 185].

The three-dimensional digital models of the two case studies were created with different methodologies: for Palazzo dei Telefoni in Turin, a NURBS surface modeling software was used (fig. 13). A comparison between this and the BIM modeling already described, allows to propose some reflections (certainly not exhaustive) on the theme of three-dimensional representation starting from archive drawings. Given that the purpose of the contribution is not to propose an in-depth comparison between modeling systems, the two experiences have allowed us to appreciate the advantages and disadvantages in the development of research on the design culture of the architect Castagnoli. Although both methodologies have proved effective in representation and dissemination, especially through three-dimensional views, BIM modeling has presented some particularly interesting aspects. First of all, BIM models are based on the semantic structuring of the constituent elements of the architecture and therefore lead, in this field of application, to a more in-depth knowledge of the real building, since they replicate "a digital model similar to the real one, not only in terms of the mimetic rendering of its configuration, but also in the intrinsic organization of its parts" [di Luggo 2018, p. 50, 51]. In BIM systems the representative moment does not only constitute the moment of graphic reconstruction of reality in the space of representation, but also the critical moment of identification of the formal structure of architecture and the constitutive relationships that substantiate it [di Luggo 2018].

On a purely practical-operational level, the possibility of a temporal structuring of the model, provided by the BIM environment, proved to be particularly useful in the analysis of the definitely difficult to interpret architecture, due to the countless project drawings that have followed one another over the course of more than two decades. Furthermore, the system of parametric families has favoured a careful comparison between the architectural elements of the building (in this epoch already based on serial repetition), automatically creating a useful catalogue for their analysis.

Fig. 13. Viste di insieme e di dettaglio del modello digitale del Palazzo dei Telefoni di Torino (elaborazione grafica degli autori).



Conclusion

With this paper, the project of the Centrale Telefonica di Città Studi in Milan was analysed, systematising archival drawings, documents, surveys and techniques of two- and three-dimensional graphic analysis (with BIM methodology) in order to investigate the author's technical and cultural approach as well as his responses to external solicitations (see the case of Giovanni Muzio's *Templum Reginae Pacis Augustae*). This project was also briefly compared with the case study of the Palazzo dei Telefoni in Turin, for which different representation tools and methodologies were used. The work constitutes a further step in the context of a broader research on the projects of the architect Castagnoli and, given the first results achieved, it has been considered useful also to implement it with BIM methodology. Future developments could concern the construction of a shared abacus of parametric architectural elements

Credits

The work is to be considered as a unitary product of the research group but each paragraph is to be attributed to one or more authors, as indicated by the initials shown in brackets after the title of each paragraph: Introduction (M.I., G.M., A.C.), Ubaldo Castagnoli and Gruppo 7 (A.C., M.I.), The first project for the Centrale Telefonica di Città Studi (M.I.), The later projects for the Building in Città Studi: from archive drawings to 4D BIM visualization (G.M.), Creation of the semantic aware BIM model and its parametric families (G.M.), BIM model for three-dimensional digital

Acknowledgments

We thank the Castagnoli family for their availability and collaboration in carrying out the research.

Authors

Manuela Incerti, Department of Architecture, University of Ferrara, icm@unife.it
Gianmarco Mei, Department of Architecture, University of Ferrara, gianmarco.mei@unife.it
Anna Castagnoli, illustrator, anna.castagnoli@gmail.com

References List

Attenui, M., Rossi, M.L. (2019). La modellizzazione del patrimonio costruito. Processi BIM a confronto per tipologie architettoniche. In *Diségno*, n. 4, pp. 189-200.

Belli, C. (1935). Origini del gruppo 7. In *Quadrante*, n. 2 (23), pp. 32-39.

Bertola, G. (2020). Archives enhancement through design drawings survey, BIM modeling and prototyping. In *2020 IMEKO TC-4. International Conference on Metrology for Archaeology and Cultural Heritage (MetroArcheo 2020) Proceedings*. Trento, 22-24 October 2020, vol. 2, pp. 66-71.

that can be used for multiple models, as carried out in the work on the La Sapienza University complex [Valenti, Griffo 2020]; in this case the author would be the unifying element instead of the location of the buildings. A further outcome could concern the creation of a digital environment in which to catalogue the numerous archival documents by connecting them to the three-dimensional model [Bruno, Roncella 2019], with the aim of creating a tool capable of holding materials together, improving the accessibility of cultural heritage through digital tools. The BIM methodology can in fact constitute a bridge between archival documentation and the digital model [Parisi, Lo Turco, Giovannini 2019] and therefore a useful tool also in this lively field of research, as shown by the growing interest of scholars in 20th century architecture archives; the drawing is a document and, as such, a primary source for the in-depth study of the works, the trajectories of artistic movements and designers [Spallone, Bertola 2020].

representation: indoor and outdoor (G.M.), From archival drawings to survey: a comparison (M.I.), Comparison with the Palazzo dei Telefoni in Turin (M.I., G.M.), Conclusion (M.I., G.M., A.C.).

The photographs of some of Castagnoli's drawings are kept in Archivio Bottoni of the Politecnico di Milano (Regesto delle fotografie di Piero Bottoni: altre immagini). Other archives that preserve author's material are: Archivio Figini-Pollini at MART, Archivio TIM, EdificaTo, Castagnoli family archive.

Betta, P. (1927). Il Gruppo "7" di Milano e l'Architettura Nuova. In *L'architettura Italiana*, n. 22 (2), pp. 13-15.

Brumana, R. et al. (2013). From survey to HBIM for documentation, dissemination and management of built heritage: The case study of St. Maria in Scaria d'Intelvi. In A.C. Addison, L. De Luca, G. Guidi, S. Pescarin (Eds.) *2013 Digital Heritage International Congress Proceedings*. Marseille, 28 Oct - 1 Nov 2013, pp. 497-504. IEEE.

Bruno, N., Roncella, R. (2019). HBIM for Conservation: A New Proposal

- for Information Modeling. In *Remote Sensing*, n.11 <<https://www.mdpi.com/2072-4292/11/15/1751>> (accessed 9 April 2022).
- Buffa, P., Cassi Ramelli, A. (1934). *P. Buffa e A. Cassi architetti. Rassegna di architettura* (numero monografico). Milano: Tip. Rozza di Corbella.
- Buratti Mazzotta, A. (2013). La didattica del disegno edile e la cultura delle scuole tecniche nell'Ottocento a Milano. In C.G. Lacaita, M. Fugazza (a cura di). *L'istruzione secondaria nell'Italia unita: 1861-1901*, pp. 258-273. Milano: FrancoAngeli.
- Calcerano, F. et al. (2017). Heritage Bim: methodological reflections and interoperability with numerical simulations. In *Dienne*, n. 1, pp. 19-31. Roma: Dei s.r.l. Tipografia del Genio Civile.
- Caneva, L. M., Griffini, E. A. (1930). *36 progetti di ville di architetti italiani*. Milano-Roma: Bestetti e Tumminelli.
- Cartasegna, R., Santi, B. (a cura di). (2017). Franca Petocchi intervista Guido Frette. In *Guido Frette un razionalista a Tortona. Catalogo della Mostra*. Biblioteca Civica di Tortona 26.XI.2016 - 25.II.2017, pp. 33-45. Tortona: Città di Tortona.
- Castagnoli, U., Frette, G. (1934). Nuovo negozio della Sartoria Spagnolini. In *Edilizia Moderna*, n. 14, pp. 28, 29.
- Ciucci, G., Muratore, G. (2010). *Storia dell'architettura italiana. Il primo Novecento*. Milano: Electa.
- di Luggo, A. (2018). Tra didattica e ricerca: i sistemi H-BIM per la documentazione del patrimonio architettonico. In T. Emler, F. Quici, G. M. Valenti (a cura di). *3D MODELING & BIM - Nuove Frontiere*, pp. 50-51. Roma: Dei s.r.l. Tipografia del Genio Civile.
- Incerti, M. (2016). *Le ville del concorso della IV Triennale di Monza (1930). Disegno e modello nella comunicazione del progetto*. Bologna: Bononia University Press.
- Incerti M., Mei G., Castagnoli A. (2021). Ubaldo Castagnoli e la piscina pensile del Palazzo dei Telefoni di Torino/Ubaldo Castagnoli and the Hanging Swimming Pool of the Palazzo dei Telefoni in Turin. In Arena A. et al. (a cura di). *Connettere. Un disegno per annodare e tessere. Linguaggi Distanze Tecnologie. Atti del 42° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Connecting. Drawing for weaving relationships. Languages Distances Technologies. Proceeding of the 42th International Conference of Representation Disciplines Teachers*, pp. 2367-2384. Milano: Franco Angeli.
- Irace, F. (1994). *Giovanni Muzio 1893-1982*. Opere. Milano: Electa.
- Inzerillo, L. et al. (2016). BIM e beni architettonici: verso una metodologia operativa per la conoscenza e la gestione del patrimonio culturale/ Bim and architectural heritage: Towards an operational methodology for the knowledge and the management of cultural heritage. In *Disegnarecon*, n.16, pp. 16.1-16.9.
- Istituto per le case popolari Milano (1933). *Il concorso per il nuovo quartiere Francesco Baracca a San Siro : progetti di massima per il nuovo quartiere Maurilio Bossi in viale Molise*. Istituto per le case popolari di Milano. Milano: Bertieri.
- Moretti, G. (a cura di). (sd). *Studi di architettura della scuola superiore nella R. Accademia di Belle Arti e nel R. Politecnico di Milano*. Milano: Bestetti e Tumminelli.
- Paolini, C., Pugnaletto, M. (2017). Reinforced brick light-weight vaults. In *Tema: Technology, Engineering, Materials and Architecture*, n. 3 (1), pp.124-136 <<https://doi.org/10.17410/tema.v3i1.125>> (accessed 9 April 2022).
- Parisi, P., Lo Turco, M., Giovannini, E.C. (2019). The value of knowledge through H-BIM models: historic documentation with a semantic approach. In *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Atti del 8° workshop internazionale 3D-ARCH "3D Virtual Reconstruction and Visualization of Complex Architectures"*. Bergamo, 6-8 febbraio 2019, vol. XLII-2/W9, pp. 581-588.
- Rassegna di Architettura (1931). La II Esposizione di Architettura Razionale Italiana alla Permanente di Milano. In *Rassegna Di Architettura*, n. IX (7), pp. 249-257.
- Ricci, G. (2008). Una sede sofferta: dalla preesistenza a un nuovo insediamento urbano. In *Annali di storia delle università italiane*, n. 12, pp. 27-44. Bologna: Clueb.
- Santagati, C. et al. (2018). Assessment of workflows for creating 3D semantic libraries: A study on medieval bell towers in the central region of Sicily. In *MetroArchaeo 2018. International Conference on Metrology for Archaeology and Cultural Heritage Proceedings*. Cassino, 22-24 ottobre 2018, pp. 111-116.
- Selvafolta, O. (2008). Una scuola per il progetto. La formazione tecnico scientifica al Politecnico di Milano. In E. Canadelli, Z. Paola (a cura di). *Milano scientifica, 1875-1924*. Milano: Sironi.
- Selvafolta, O. (2012). Gli studi di ingegneria civile e di architettura al Politecnico di Milano. Territorio, costruzioni, architetture. In Ferraresi, A. (a cura di). *Le università e l'unità d'Italia, 1848-1870*. Bologna: Clueb.
- Valenti, G.M., Griffo, M. (2020). Processi BIM nella definizione di modelli conoscitivi per l'architettura: aspetti formativi. In T. Emler, A. Caldarone, A. Fusinetti. (a cura di). *Data modeling & Management for aeoo industry*, pp.176-190. Roma: DEI s.r.l. tipografia del Genio Civile.
- Velo, U., Castagnoli, A., Incerti, M. (2020). Ubaldo Castagnoli. Dal Gruppo 7 alle architetture per le telecomunicazioni/Ubaldo Castagnoli. From Gruppo 7 to architectures for telecommunications. In Arena A. et al. (a cura di). *Connettere. Un disegno per annodare e tessere. Atti del 42° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Connecting. Drawing for weaving relationships. Proceeding of the 42th International Conference of Representation Disciplines Teachers*, pp. 2869-2890. Milano: Franco Angeli.