

Rigenerazione urbana *data-driven*: residenze universitarie nella ex-fabbrica Corradini di Napoli

Just Accepted: Jun 10, 2022 Published: Oct 31, 2022

RICERCA E
SPERIMENTAZIONE/
RESEARCH AND
EXPERIMENTATION

Sergio Russo Ermolli, Giuliano Galluccio,

Dipartimento di Architettura, Università degli Studi di Napoli "Federico II", Italia

sergio.russoermolli@unina.it

giuliano.galluccio@unina.it

Abstract. Il contributo sviluppa una metodologia decisionale per il progetto di rigenerazione urbana basata sull'impiego di procedure e tecnologie *data-driven* per interventi di riconversione ad usi abitativi di aree ex-industriali. L'approccio proposto è finalizzato all'elaborazione di un protocollo di Information Management per la generazione di scenari progettuali a partire dalla verifica preventiva della compatibilità normativa e tecnica delle possibili trasformazioni con i vincoli esistenti. L'articolo descrive l'applicazione della metodologia al caso di alcuni fabbricati, nel complesso ex-Corradini a Napoli, da destinare a differenti tipologie di funzioni residenziali, in un quadro di elevata incertezza e complessità, dovuta anche alle condizioni di inaccessibilità e abbandono del sito.

Parole chiave: Aree ex-industriali; BIM; Processi decisionali *data-driven*; Riconversione funzionale; Verifica normativa.

Processi decisionali *data-driven* per nuovi usi del patrimonio costruito

Il riuso degli edifici¹ riguarda una consistente quota degli interventi sul patrimonio edilizio, i quali costituiscono, a loro volta, l'ambito prevalente di azione sull'ambiente costruito nel nostro Paese. Il tema della riconversione di immobili esistenti a nuovi usi presenta peculiarità specifiche, inerenti a precise esigenze di trasformazione, di tutela (qualora in presenza di vincoli di salvaguardia) e di equilibrio in termini di costi-benefici. L'eventuale adattabilità di un edificio ad accogliere una diversa destinazione comporta, infatti, non solo problematiche relative ai costi di realizzazione dell'intervento ma, soprattutto, rispetto agli oneri di gestione della funzione insediata e di manutenzione (Pinto, 2004). Altresì, tali tipologie di operazioni sul costruito non possono che collocarsi in una prospettiva circolare ed eco-orientata di (ri)utilizzo delle risorse, come quelle provenienti dai flussi di demolizione, che rappresenta peraltro una delle questioni chiave della sfida ambientale a livello europeo² e nazionale³ (Rigillo and Giammetti, 2021).

Data-driven urban regeneration: university housing in the ex-Corradini factory in Naples

Abstract. This paper develops a decision-making methodology for urban regeneration projects based on the use of data-driven procedures and technologies for the conversion of former industrial areas to residential use. The proposed approach is aimed at the elaboration of an information management protocol for the generation of design scenarios, starting from the assessment of the regulatory and technical compatibility of the possible transformations with the existing constraints. This paper describes the application of the methodology to several buildings in the ex-Corradini complex in Naples to be used for different types of residential functions, in a framework of high uncertainty and complexity, also due to the inaccessibility and abandonment of the site.

Keywords: Former industrial areas; BIM; Data-driven decision-making; Functional redevelopment; Regulatory assessment.

Per tali ragioni, la verifica di compatibilità al riuso e l'efficacia stessa dell'intervento esigono l'attuazione attenta di strategie mirate, basate sull'acquisizione e sull'organizzazione di numerose informazioni (Bellintani and Ciaramella, 2017), necessarie alle scelte del progetto, per confrontare, ad esempio, le caratteristiche dimensionali e prestazionali tra l'edificio in oggetto e la nuova destinazione d'uso. La riconversione di fabbricati esistenti a funzioni di tipo residenziale (housing, attività ricettive, ecc.) pone un ulteriore livello di problematicità, in considerazione delle importanti evoluzioni che gli standard, le normative e i modi stessi dell'abitare hanno sviluppato (e continuano a sviluppare) nel corso del tempo (Clemente, 2012).

Di particolare interesse, in questo senso, è la possibilità di indirizzare l'elaborazione di strategie di riconversione eco-orientate secondo approcci *data-driven* per il supportare i processi decisionali sin dalle prime fasi nella progettazione (Jones, 1966; Deutsch, 2015; Bernstein, 2018), compatibili sia con il regime di norme cogenti, che con le caratteristiche fisiche dei manufatti oggetto di rifunzionalizzazione. All'interno dei processi digitali, in special modo BIM-based, la gestione della complessità di tali istanze, intese in termini informativi, ne consente la traduzione in "parametri" della progettazione. Questi ultimi, se valutati quanto più possibile a monte delle scelte, possono assurgere a veri e propri criteri guida dell'attività progettuale e, parimenti, a fattori di confronto e verifica di possibili scenari d'azione rispetto alla conformità (*compliance*) tecnica e normativa delle scelte (Preidel and Borrmann, 2015), integrando approcci di tipo Life-Cycle Assessment (LCA), nel rispetto dei Criteri Ambientali Minimi (CAM), sia alla scala dell'edificio che del singolo componente, dalle prime fasi del progetto (Simonen, 2015; Marsh, 2016).

Data-driven decision-making for new uses of existing buildings

The reuse of buildings¹ concerns a large share of interventions on the built assets, which are, in turn, the main scope of action on the built environment in our country. The topic of the reconversion of existing buildings to new uses has specific peculiarities, inherent in precise requirements of transformation, protection (if in the presence of conservation constraints) and balance in terms of costs-benefits. The eventual adaptability of a building to accommodate a different purpose involves, in fact, not only problems related to the costs of implementation of the intervention but, above all, to the costs of management of the settled function and maintenance (Pinto, 2004). Moreover, these types of operations on the built-up area can only be considered in a circular and eco-oriented perspective

of (re)use of resources, such as those coming from demolition flows, which represents one of the key issues of the environmental challenge at European² and national³ level (Rigillo and Giammetti, 2021).

For these reasons, the verification of compatibility to reuse and the very effectiveness of the intervention requires the careful implementation of targeted strategies, based on the acquisition and organisation of a lot of information (Bellintani and Ciaramella, 2017), necessary for the project decisions, to compare, for example, the dimensional and performance characteristics between the building in question and the new use. The conversion of existing buildings to residential functions (housing, accommodation activities, etc.) poses an additional level of complexity, given the important evolutions that standards, regulations and the

Un approccio *data-driven* per il riuso residenziale di un sito industriale: rigenerazione dell'area ex-Corradini, Napoli

Nell'ambito del progetto di ricerca PROSIT⁴, è stata sviluppata una metodologia decisionale applicata all'area industriale ex-Corradini di Napoli, da tempo in stato di abbandono e attualmente inaccessibile a causa dell'inquinamento da amianto e del rischio di crolli. Il Comune di Napoli ha avviato, nel 2014, una prima programmazione degli interventi di recupero ("PianoCittà"), suddividendo l'area in due lotti e predisponendo un Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica (PFTE) per la porzione est dell'area (Lotto 1), che coincide con i fabbricati appartenuti al complesso industriale metallurgico Corradini (Fig. 1).

L'amministrazione ha previsto, in particolare, di insediare due diverse destinazioni d'uso residenziali (Fig. 2): 20 mini alloggi per studenti universitari, per un totale di circa 900 mq, allocati in un ex-capannone monopiano in muratura con copertura a doppia falda shed (edificio 7); un albergo su tre livelli, con una superficie complessiva di circa 1800 mq, dotato di 23 camere tra singole e doppie, palestra (210 mq) e sala multifunzionale (97 mq), da collocarsi all'interno dell'unico fabbricato interamente in calcestruzzo armato e originariamente pluripiano del Lotto (edificio 11).

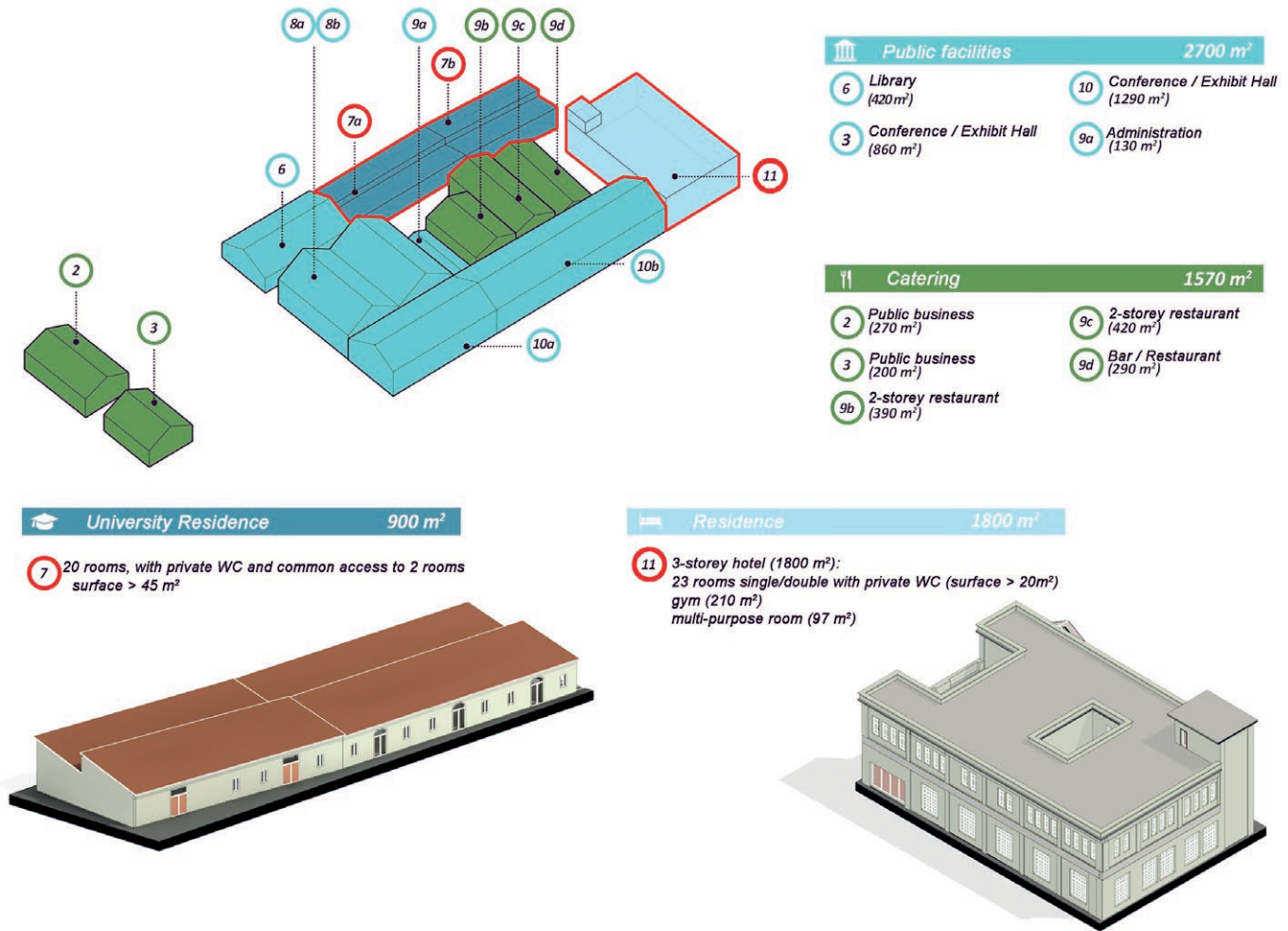
Nell'ambito del progetto di ricerca PROSIT⁴, è stata sviluppata una metodologia decisionale applicata all'area industriale ex-Corradini di Napoli, da tempo in stato di abbandono e attualmente inaccessibile a causa dell'inquinamento da amianto e del rischio di crolli. Il Comune di Napoli ha avviato, nel 2014, una prima programmazione degli interventi di recupero ("PianoCittà"), suddividendo l'area in due lotti e predisponendo un Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica (PFTE) per la porzione est dell'area (Lotto 1), che coincide con i fabbricati appartenuti al complesso industriale metallurgico Corradini (Fig. 1).

Il protocollo di Information Management ipotizzato è finalizzato a offrire uno strumento decisionale basato sulla raccolta e interpolazione di dati riferibili al contesto, alle caratteristiche dei fabbricati oggetto di sperimentazione, alle richieste del Comune di Napoli, alle normative vigenti.

Per la raccolta di dati, l'attività si è dovuta confrontare con una generale incertezza informativa, riferibile sia alla datazione dei rilievi disponibili (1981) che alle condizioni di inaccessibilità dell'area, e si è pertanto concentrata sui seguenti obiettivi preliminari:

1. virtualizzazione e studio delle condizioni del sito in ambiente BIM;
2. analisi della documentazione disponibile (rilievi, progetti, ecc.);
3. rilievo fotogrammetrico del sito e restituzione (nuvola di punti);
4. elaborazione del piano di Gestione Informativa (pGI) e dell'Ambiente di Condivisione Dati (ACDat), secondo la norma 11337:2017 - parte 5, funzionali all'organizzazione della modellazione informativa;
5. modellazione *As-is* dello stato di fatto (e del PFTE del Comune), a partire dalla nuvola di punti, in ambiente BIM;
6. analisi alla scala del quartiere (in ambiente GIS) e raccolta di dati ambientali.





very ways of living have developed (and continue to develop) over time (Clemente, 2012).

Of particular interest, in this sense, is the possibility of directing the elaboration of eco-oriented reconversion strategies according to data-driven approaches for the support of decision-making processes from the earliest stages in the design (Jones, 1966; Deutsch, 2015; Bernstein, 2018), compatible with both the regime of mandatory standards and the physical characteristics of the artifacts subject to refunctionalisation. Within the digital processes, especially those that are BIM-based, the management of the complexity of these instances, understood in informational terms, allows the translation into “parameters” of the design. If evaluated as much as possible upstream of the choices, these can become real criteria to guide the

design activity and, equally, factors of comparison and verification of possible scenarios of action, with respect to the technical and regulatory verification of choices (Preidel and Borrmann, 2015), integrating Life-Cycle Assessment (LCA) approaches in compliance with Minimum Environmental Criteria (CAM), both at the scale of the building and of the single component, from the earliest stages of the project (Simonen, 2015; Marsh, 2016).

A data-driven approach for the residential reuse of an industrial site: regeneration of the ex-Corradini area, Naples

As part of the PROSIT⁴ research project, a decision-making methodology was developed and applied to the ex-Corradini industrial area in Naples, which has long been in a state of abandonment and is currently inaccessible

due to asbestos pollution and the risk of collapse. In 2014, the Municipality of Naples started to first plan recovery interventions (“PianoCittà”), dividing the area into two lots and preparing a Technical and Economic Feasibility Project (PFTE) for the eastern portion of the area (Lot 1), which coincides with the buildings that belonged to the Corradini metallurgical industrial complex (Fig. 1).

In particular, the administration has planned to create two different residential destinations of use (Fig. 2): 20 mini-apartments for university students, comprising a total of about 900 square metres, allocated in a former single-storey brick building with a double-pitch shed roof (building 7); a hotel on three levels, with a total area of about 1,800 square metres, equipped with 23 rooms, including single and double rooms, gym (210

square metres) and multifunctional room (97 square metres), to be located within the only building made entirely of reinforced concrete and originally a multi-storey building of the plot (building 11).

The information management protocol hypothesised is aimed at offering a decision-making tool based on the collection and interpolation of data related to the context, the characteristics of the buildings under experimentation, the requests of the City of Naples and the current regulations.

In order to collect data, the activity had to deal with a general information uncertainty, referable both to the dating of the available surveys (1981) and to the inaccessibility conditions of the area, and it therefore focused on the following preliminary objectives:

1. virtualisation and study of the site conditions in a BIM environment;

La metodologia distingue tre possibili ambiti sequenziali di applicazione:

1. *funzionale*, in cui viene confrontata la “capacità” dei fabbricati esistenti di ospitare funzioni differenti con le proprie caratteristiche fisiche, le normative in vigore, gli assetti del contesto urbano e le esigenze della committenza;
2. *spaziale-distributivo*, in cui gli scenari funzionali sono posti in relazione alle possibili trasformazioni dei fabbricati per la collocazione delle destinazioni d’uso compatibilmente con le normative in essere;
3. *tecnologico*, in cui le soluzioni costruttive e di prodotto, attraverso simulazioni in ambiente BIM di procedure LCA dei materiali edilizi, sono verificate nel rispetto dei CAM.

In tal senso, i tre ambiti individuati presuppongono lo svolgimento di differenti processi di *compliance*.

1. Verifica di conformità normativa per scenari di rifunzionalizzazione:
 - controllo delle difformità tra modello di rilievo e documentazione di partenza, anche mediante analisi di interferenze (Clash Detection);
 - verifica di compatibilità normativa delle funzioni previste nel PFTE calate nel modello di rilievo, rispetto alle normative specifiche e generali delle destinazioni d’uso previste;
 - elaborazione e verifica di scenari funzionali conformi rispetto al modello di rilievo, basate sia su valutazioni riferite alle analisi di quartiere che alle interlocuzioni con la committenza.
2. Verifica di conformità normativa per scenari distributivi:
 - analisi di compatibilità normativa tra le distribuzioni previste nel PFTE;

2. analysis of available documentation (surveys, plans, etc.);
3. photogrammetric survey of the site and restitution (point cloud);
4. elaboration of the Information Management Plan (pGI) and Data Sharing Environment (ACDat), according to the 11337:2017 standard - part 5, functional to the organisation of the information modelling;
5. As-is modeling of the state of the art (and of the PFTE of the municipality), starting from the point cloud, in BIM environment;
6. analysis at the scale of the neighbourhood (in GIS environment) and collection of environmental data.

The methodology distinguishes three possible sequential areas of application:

1. functional, in which the “capacity” of existing buildings to accommo-

date different functions is compared with their physical characteristics, the regulations in force, the assets of the urban context and the needs of the client;

2. spatial-distributive, in which the functional scenarios are placed in relation to the possible transformations of the buildings for the location of the destinations of use compatible with the regulations in place;
3. technological, in which the constructive and product solutions are verified in compliance with CAM through simulations in the BIM environment of LCA procedures of building materials.

In this sense, the three areas identified presuppose the performance of different compliance processes.

1. Assessment of regulatory compliance for refunctionalisation scenarios:

- elaborazione e verifica automatizzata di scenari distributivi conformi mediante algoritmo generativo basato su parametri normativi (accessibilità, sicurezza, standard dimensionali, CAM, ecc.).
3. Verifica di conformità normativa per scenari tecnologici:
 - analisi dei requisiti di materiali e componenti in relazione ai CAM;
 - elaborazione e verifica automatizzata delle prestazioni di materiali e componenti mediante algoritmo generativo basato su parametri CAM.

Risultati sperimentali dell'applicazione della metodologia al caso studio: scenari funzionali

Le prime simulazioni effettuate sul modello informativo del complesso elaborato dal gruppo di ricerca (Rigillo *et al.*, 2021) hanno permesso di individuare una serie di criticità del PFTE del Comune, sia in termini di relazione tra il complesso e il suo contesto, sia di compatibilità tra le caratteristiche dei fabbricati e i requisiti tecnici e normativi delle funzioni scelte dall’Amministrazione (Figg. 3, 4).

Nello specifico, per quanto riguarda le residenze universitarie si riscontrano rischi di disagio acustico dovuti alla posizione dell’edificio prescelto (edificio 7), adiacente al fascio di binari ferroviari. Essendo l’edificio ad unico livello, inoltre, le residenze sono disposte al piano terra, comportando potenziali criticità per la privacy delle stesse. L’accesso previsto alle residenze è posizionato lungo il lato nord, compreso tra il perimetro stesso del fabbricato e il muro che cinge il suddetto tracciato ferroviario, contribuendo a isolare e marginalizzare l’ingresso, e lungo il lato sud, che affaccia direttamente sull’asse “principale” del

- control of discrepancies between survey model and source documentation, also through interference analysis (Clash Detection);
- verification of regulatory compatibility of the functions foreseen in the PFTE dropped in the survey model, compared to the specific and general regulations of the foreseen uses;
- elaboration and verification of functional scenarios conforming to the model of relief, based both on evaluations with respect to the analysis of the neighbourhood and the interlocutions with the customer.

2. Assessment of regulatory compliance for distribution scenarios:

- analysis of regulatory compatibility between the distributions provided in the PFTE;
- automated processing and verifi-

cation of compliant distribution scenarios by means of a generative algorithm based on regulatory parameters (accessibility, safety, dimensional standards, CAM, etc.).

3. Assessment of regulatory compliance for technological scenarios:

- analysis of material and component requirements in relation to CAM;
- automated processing and verification of material and component performances by means of a generative algorithm based on CAM parameters.

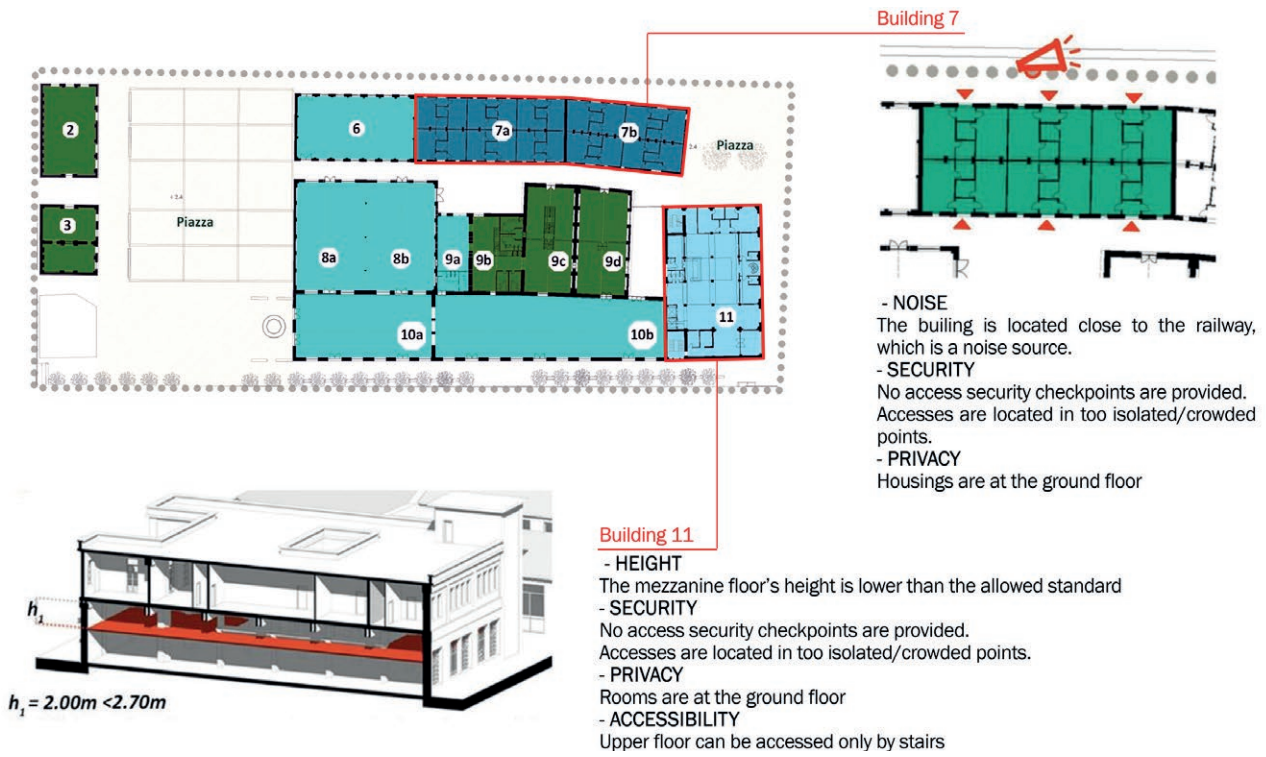
Experimental results of the methodology application to the case study: functional scenarios

The first simulations carried out on the information model of the complex elaborated by the research team (Rigillo

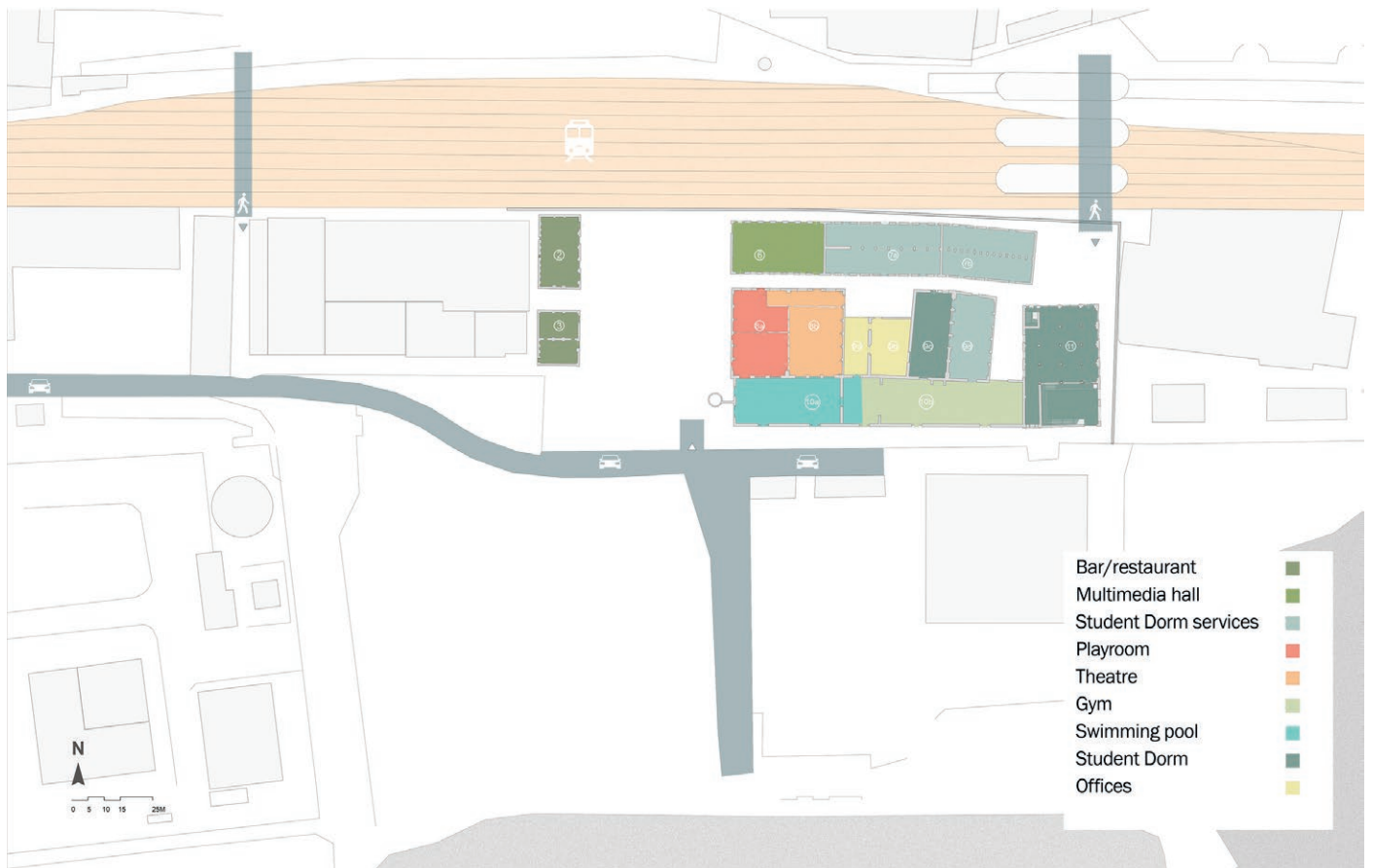
03 | Analisi delle principali criticità funzionali-spaziali riscontrate nel PFTE del Comune di Napoli del 2014 (Lotto I)
 Analysis of the main functional-spatial criticalities found in the 2014 PFTE of the City of Naples (Lot I)

04 | Scenario funzionale di "sintesi" per il Lotto I, elaborato a seguito del confronto tra il gruppo di ricerca e il Comune di Napoli. Credits: Arch. Mario Galterisi
 Functional "synthesis" scenario for Lot I, developed following the discussion between the research team and the City of Naples. Credits: Arch. Mario Galterisi

03 |



04 |



Tab. 1 | Schema delle tipologie ad uso residenziale dei fabbricati appartenenti all'area ex-Corradini (Lotto 1) per ciascun scenario di progetto elaborato
 Outline of the types of residential use of the buildings belonging to the former Corradini area (Lot 1) for each elaborated project scenario

HOUSING USES FRAMEWORK PER SCENARIO		
SCENARIO	BUILDING	USE
PFTE	7	University Residence
PFTE	11	Hotel
1/2	8	Guest House
1	9c	University Residence
1/2	11	University Residence
3	8	Hotel
3	9c	University Residence
3	11	University Residence
"Summary"	9c	University Residence
"Summary"	11	University Residence

Lotto. Nessuno dei due ingressi, peraltro, prevede punti di sorveglianza degli accessi; le residenze così concepite, infine, sono distanti da servizi e spazi comuni. Dal punto di vista normativo, la verifica di Code Checking elaborata in ambiente BIM ha inoltre dimostrato la non conformità delle residenze alla Legge n. 936/2016, relativa agli standard minimi dimensionali e qualitativi concernenti la realizzazione di alloggi e residenze per studenti universitari.

L'edificio 11, destinato ad albergo, risulta in posizione marginale rispetto all'area destinata a piazza e parcheggio. La scelta di disporre delle camere al piano terra determina problemi di privacy e sicurezza, oltre che dimensionali, avendo un'altezza utile al piano terra inferiore ai 2,7 metri. Il PFTE, inoltre, prevede l'inserimento di un piano ammezzato per alloggiare camere, centro benessere, sala polifunzionale, la cui altezza però risulterebbe inferiore a 2,7 metri. La sala polifunzionale, in particolare, è servita dal solo blocco scale, e risulterebbe inaccessibile a utenti con disabilità motoria. Il progetto non è pertanto conforme al Regolamento edilizio e di igiene, né alla Legge 503/1996, recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici.

A partire dalla modellazione informativa dell'area sono stati elaborati tre scenari conformi alternativi, valutati con l'Amministrazione Comunale al fine di giungere ad uno scenario di "sintesi" (Fig. 4) che, rispetto al PFTE, incrementa la quota di superficie da destinare a servizi alle residenze universitarie, in funzione della volontà di valorizzare l'area ex-Corradini quale hub universitario⁵. Questo scenario rappresenta attualmente il quadro funzionale al quale i futuri avanzamenti della progettazione dovranno fare riferimento.

et al., 2021) allowed the identification of a number of criticalities of the PFTE of the municipality, both in terms of the relationship between the complex and its context and in terms of the compatibility between the characteristics of the buildings and the technical and regulatory requirements of the functions chosen by the administration (Figs. 3, 4). Specifically, as far as the university residences are concerned, there are risks of acoustic discomfort due to the position of the chosen building (building 7) adjacent to the railway line. Moreover, as the building has only one level, the residences are located on the ground floor, which could be critical for their privacy. The access to the residences is located along the north side, between the perimeter of the building and the wall that surrounds the aforementioned railway track, contributing to isolating and marginalising the

entrance, and along the south side, which directly faces the "main" axis of the plot. Neither of the two entrances, moreover, foresees points of surveillance of the accesses; finally, the residences so conceived are distant from services and common spaces. From the regulatory point of view, the code checking elaborated in the BIM environment has also demonstrated the non-compliance of the residences with Law No. 936/2016, which regulates the minimum dimensional and qualitative standards concerning the construction of accommodation and residences for university students.

Building 11, intended as a hotel, results in a marginal position with respect to the area intended for a square and parking. The decision to have the rooms on the ground floor causes problems of privacy and security, as well as dimensional problems, having

Prospettive di applicazione della metodologia al caso studio: scenari distributivi

A partire dalla definizione dello scenario funzionale di progetto, la metodologia elaborata prevede l'implementazione di procedure automatizzate di *trial & error* per la generazione computazionale di ipotesi distributive degli alloggi.

Lo *script* che regola la generazione degli scenari è implementato in ambiente di Visual Programming Language (VPL) Dynamo/Revit, ed è strutturato in due algoritmi distinti, ma connessi: "generatore" e "valutatore". Nel primo caso, l'input è rappresentato da parametri relativi ai dati dimensionali delle unità ambientali e delle relative attrezzature (arredi, sanitari, ecc.). Il lavoro "generativo" consiste in un processo combinatorio, svolto secondo i vincoli parametrici immessi in fase di input: maggiore è il loro numero, minore è il numero di opzioni generate. In questo modo, l'algoritmo "generatore" è in grado di elaborare le opzioni progettuali in un tempo stimato di 45 minuti per circa 3600 alternative (Fig. 5).

Sulla base degli esiti di questa prima fase, l'algoritmo "valutatore" rielabora gli scenari ottenuti rispetto a requisiti specifici, come ad esempio coefficienti di illuminazione naturale (per il rispetto dei rapporti aeroilluminanti delle superfici) e di adia-

be allocated to services for university residences is increased, according to the desire to enhance the ex-Corradini area as a university hub⁵. This scenario currently represents the functional framework to which the future advances of the design will have to refer.

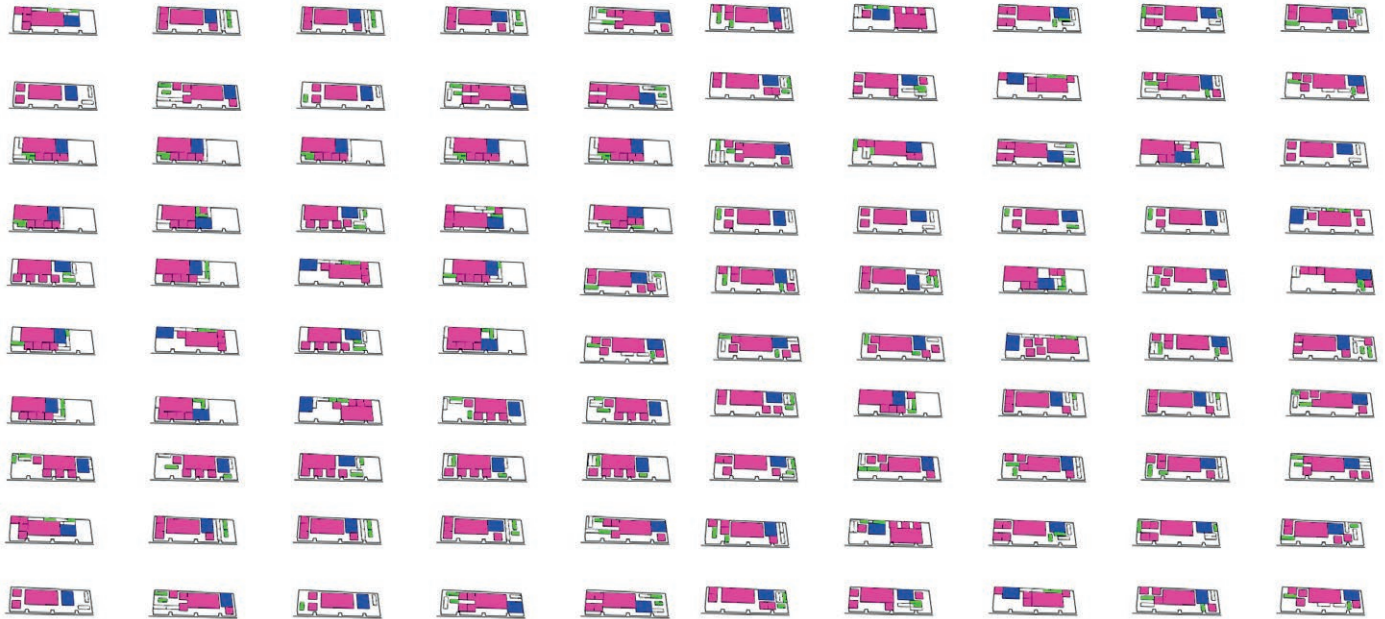
be allocated to services for university residences is increased, according to the desire to enhance the ex-Corradini area as a university hub⁵. This scenario currently represents the functional framework to which the future advances of the design will have to refer.

Perspectives on application of the methodology to the case study: distributional scenarios

Starting from the definition of the functional project scenario, the elaborated methodology foresees the implementation of automated trial & error procedures for the computational generation of housing distribution hypothesis.

The script that regulates the generation of scenarios is implemented in Visual Programming Language (VPL) Dynamo/Revit and is structured in two distinct but connected algorithms: "generator" and "evaluator". In the first

05 |



zenza (collocando ambienti a cui viene assegnato valore uguale nelle dirette vicinanze, e viceversa), perfezionando la precedente formulazione degli scenari all'interno del sistema e fornendo gli output del lavoro computazionale.

L'implementazione della procedura offre, quindi, un ventaglio di layout potenzialmente svilupparabili dal punto di vista progettuale. La scelta definitiva dello scenario preferibile può derivare, pertanto, dall'implementazione di ulteriori sistemi di verifica, che riguardano sia l'effettiva coerenza con altre discipline del progetto (Model Checking), che la compatibilità con i sistemi di regole (*ruleset*) desunti dal quadro normativo

case, the input is represented by parameters related to dimensional data of environmental units and related equipment (furniture, sanitary, etc.). The "generative" work consists of a combinatory process, carried out according to the parametric constraints entered in the input phase: the greater their number, the fewer the number of options generated. In this way, the "generative" algorithm is able to process the design options in an estimated time of 45 minutes for about 3600 alternatives (Fig. 5).

Based on the outcomes of this first phase, the "evaluator" algorithm reworks the scenarios obtained with respect to specific requirements, such as natural lighting coefficients (for compliance with surface air-lighting ratios) and adjacency (placing environments assigned equal values in the direct vicinity, and vice versa), refining the pre-

vious formulation of scenarios within the system and providing the outputs of the computational work.

The implementation of the procedure offers, therefore, a range of potentially developable layouts from a design point of view. The definitive choice of the preferable scenario may thus derive from the implementation of further systems of verification, relating both to the effective coherence with other project disciplines (Model Checking) and the compatibility with the systems of rules (*ruleset*), which derive from the normative framework in force and are related to the specific functional destination (Code Checking).

In the first case, for example, the information model can be exported to software for BIM coordination, such as Autodesk Navisworks, dedicated to the verification of interferences (Clash Detection). This operation involves

vigente e relativi alla specifica destinazione funzionale (Code Checking).

Nel primo caso, ad esempio, il modello informativo può essere esportato in software per il coordinamento BIM, come Autodesk Navisworks, deputati alla verifica delle interferenze (Clash Detection). Tale operazione consiste nella comparazione tra due o più modelli (afferenti o meno alla medesima disciplina) al fine di individuare, secondo tolleranze prestabilite dall'utente, le potenziali "collisioni" tra oggetti digitali.

Il modello "coordinato" può essere quindi sottoposto a verifica di Code Checking, analogamente a quanto fatto per la

the comparison between two or more models (related or not to the same discipline) in order to identify, according to tolerances set by the user, potential "collisions" between digital objects.

The "coordinated" model can then be subjected to verification of Code Checking, similar to what has been done for the verification of functional scenarios. In this case, the verification of compliance can be applied, for example, to the verification of the conditions of safety and accessibility of the premises, to their compatibility with the intended uses in terms of heights or minimum surfaces, as well as equipping and furnishing requirements (Losasso, 1997).

Perspectives on application of the methodology to the case study: technological scenarios

The methodology provides for the implementation of regulatory compliance

verification procedures for technological solution options, with a particular reference to CAM.

The definition of the *ruleset* may include parameters of technical elements (energy performance, stormwater management strategies, indoor environmental comfort, end-of-life design addresses, etc.), materials (percentage of recycled material, recyclability, presence of harmful substances, etc.) and site management (demolition and removal of materials, product supply distances, material recovery and recycling, etc.).

For each of these categories, it is necessary to prepare a parameterisation of the digital elements in the information modelling environment, which represents the level of development "necessary" (Level of Information Needed - LOIN[®]) of the virtualised objects for the specific use² of BIM.

verifica degli scenari funzionali. In questo caso, la verifica di *compliance* può essere applicata, ad esempio, alla verifica delle condizioni di sicurezza e accessibilità dei locali, alla loro compatibilità agli usi previsti in termini di altezze o superfici minime, così come a requisiti di attrezzabilità e arredabilità (Losasso, 1997).

Prospettive di applicazione della metodologia al caso studio: scenari tecnologici La metodologia prevede l'implementazione di procedure di verifica di conformità normativa per le opzioni di soluzioni tecnologiche, con un particolare riferimento ai CAM.

La definizione del *ruleset* può comprendere parametri degli elementi tecnici (prestazione energetica, strategie per la gestione delle acque meteoriche, comfort ambientale interno, indirizzi di progetto per il fine vita, ecc.), dei materiali (percentuale di materia riciclata, riciclabilità, presenza di sostanze nocive, ecc.) e di gestione del cantiere (demolizione e rimozione dei materiali, distanze di approvvigionamento dei prodotti, recupero e riciclo dei materiali, ecc.).

Per ognuna di queste categorie è necessario predisporre una parametrizzazione degli elementi digitali in ambiente di modellazione informativa, che rappresenta il livello di sviluppo "necessario" (Level Of Information Needed - LOIN⁶) degli oggetti virtualizzati per lo specifico utilizzo⁷ del BIM.

Adottata a monte della progettazione, tale metodologia consente di prevedere momenti intermedi di verifica di *compliance* rispetto ai CAM, supportando perciò i processi decisionali stessi del progetto: in tempo reale, tramite esportazione delle informazioni mediante VPL Dynamo/Revit in un foglio di calcolo,

Adopted upstream of the design, this methodology makes it possible to foresee intermediate moments of compliance verification with respect to CAM, thus supporting the decision-making processes of the project itself: in real time, through the export of information by means of VPL Dynamo/Revit in a spreadsheet, it is in fact possible to visualise a real report of the impacts of the project in progress (Figs. 6, 7).

Conclusions and future prospects of the research

The experimented methodology intends to propose an approach to decision-making based on the definition of possible design scenarios compatible with a predefined system of rules and which, therefore, is not aimed at identifying a univocal solution to the design problem, but rather aims to

elaborate potentially developable compliant scenarios.

Such an approach, particularly in the context of interventions led by public decision-makers, is limited due to the complexity and cost of the actions necessary to perform the outlined procedure. Similarly, the uniqueness of the suggested exemplification necessitates future experimentation aimed at various applications in order to perfect the process so that it may be effectively repeated in other reference situations. Despite these constraints, the research has highlighted the possibility of operating the definition of design solutions in the face of information uncertainty, proposing a decision-making approach for scenarios aimed at reducing the risk of error and based on the comparison of results that are all compatible with a pre-determined system of rules and thus all potentially develop-

è infatti possibile visualizzare un vero e proprio report degli impatti del progetto *in fieri* (Figg. 6, 7).

Conclusioni e prospettive future della ricerca

La metodologia sperimentata intende proporre un approccio al decision-making basato sulla definizione di possibili scenari progettuali compatibili con un sistema di regole prefissato e che, pertanto, non è volto a individuare una soluzione univoca al problema progettuale, ma piuttosto mira a elaborare scenari conformi potenzialmente svilup-pabili.

Tale approccio, soprattutto nell'ambito di interventi guidati da decisori pubblici, non è esente da limiti relativi alla complessità e dispendiosità delle attività necessarie all'implementazione del processo descritto. Allo stesso modo, la specificità dell'esemplificazione proposta rimanda necessariamente a successive sperimentazioni orientate a ulteriori applicazioni, al fine perfezionare la metodologia affinché risulti efficacemente replicabile in altri contesti di riferimento.

Pur in considerazione di tali limiti, la ricerca ha messo in evidenza la possibilità di operare la definizione di soluzioni progettuali a dispetto delle condizioni di incertezza informativa, proponendo un approccio decisionale per scenari orientato alla riduzione del rischio di errore e basato sulla comparazione di risultati tutti compatibili con un sistema di regole prefissato, e quindi tutti potenzialmente svilup-pabili all'interno del progetto. All'aumentare dell'informazione disponibile, inoltre, la processualità sperimentata consente, attraverso la definizione di opportuni protocolli di gestione informativa basati sull'attuale normativa in materia (UNI 11337:2017; ISO 19650:2018)

able within the project. Furthermore, when the amount of accessible information grows, the processuality tested enables the 'conservation' of information throughout the process through the establishment of suitable information management procedures based on current regulations (UNI 11337:2017; ISO 19650:2018).

ACKNOWLEDGEMENTS

This contribution is the result of a common reflection of the authors. However, it is possible to attribute the paragraphs "Data-driven decision-making processes for new uses of existing buildings", "A data-driven approach for the residential reuse of an industrial site: regeneration of the ex-Corradini area, Naples" and "Conclusions and future prospects of the research" to Sergio Russo Ermolli; the paragraphs "Experimental results

of the methodology application to the case study: functional scenarios", "Perspectives of the application of the methodology to the case study: distributional scenarios" and "Perspectives of the application of the methodology to the case study: technological scenarios" to Giuliano Galluccio.

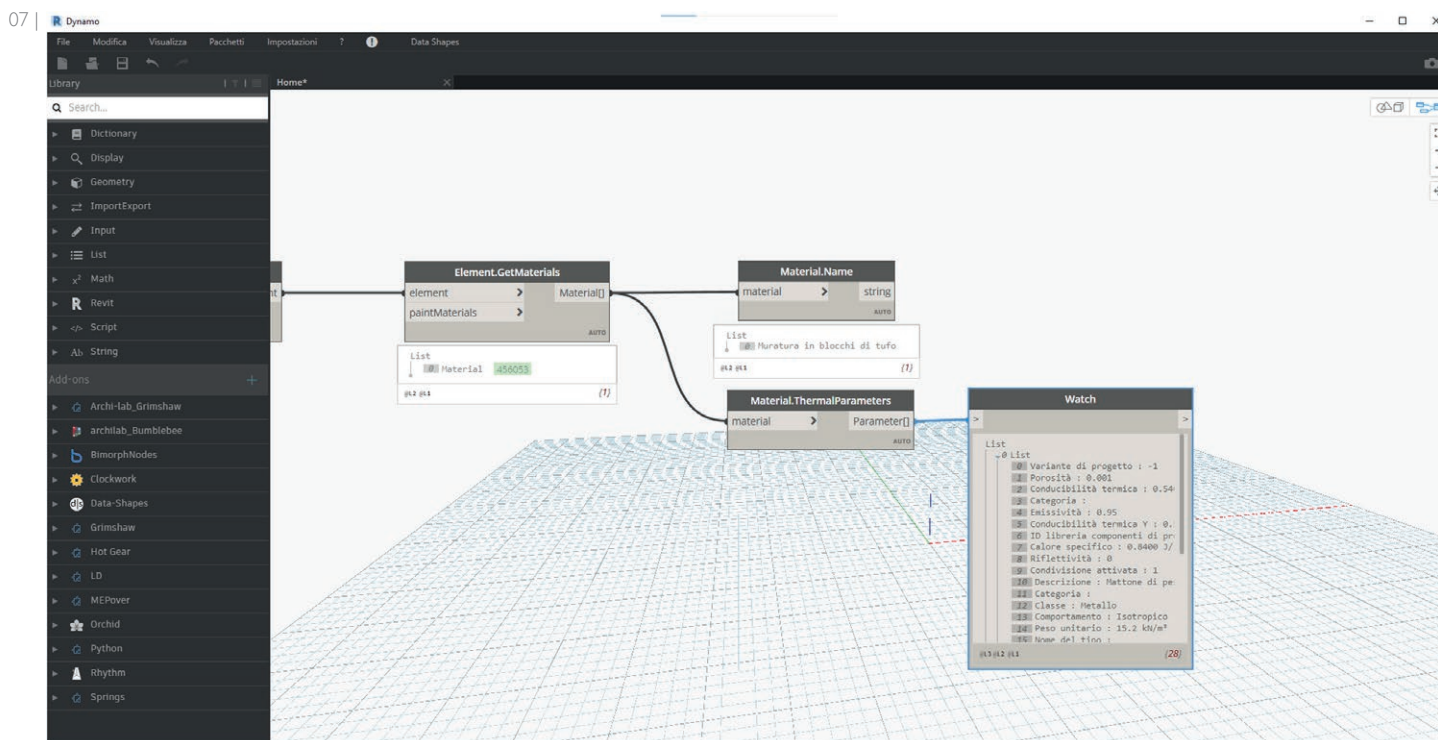
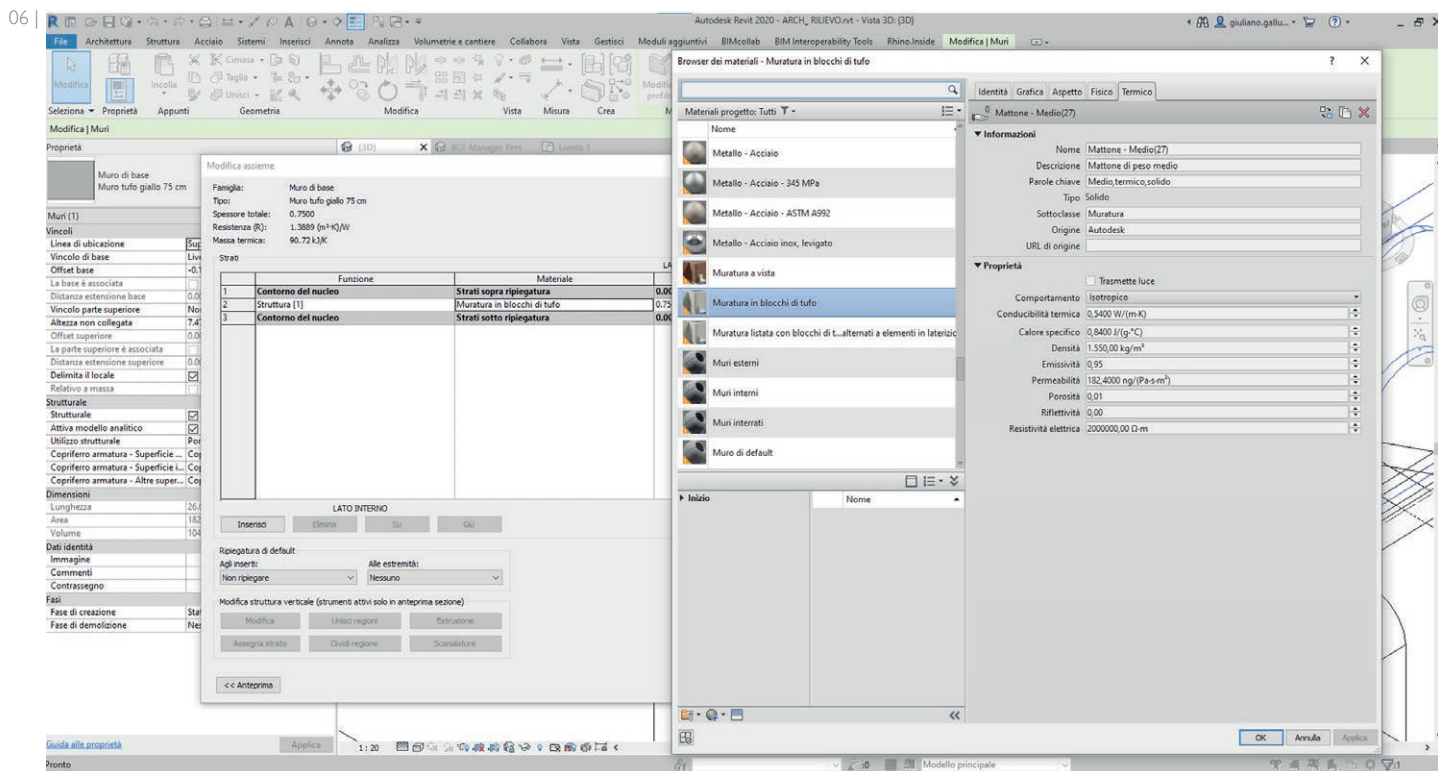
The research activity described in the contribution was coordinated by Professor of Architecture. Marina Rigillo, Department of Architecture, University of Naples "Federico II".

The authors would like to thank the scientific coordinator of the PROSIT project, Professor of Engineering Domenico Asprone, as well as Alberto Zinno, the engineer responsible for the STRESS consortium, and the City of Naples for their collaboration and support.

NOTES

06 | Caratterizzazione informativa di elementi e materiali in ambiente di modellazione Revit attraverso la creazione e compilazione di specifici dataset parametrici
Informational characterisation of elements and materials in the Revit modelling environment through the creation and compilation of specific parametric datasets

07 | Estrazione delle informazioni materiche degli elementi realizzati nel modello BIM e successiva esportazione in un foglio di calcolo per la condivisione dei dati all'esterno dell'ecosistema di modellazione informativa
Extraction of material information of realised elements in the BIM model and subsequent export to a spreadsheet for data sharing outside the information modelling ecosystem



di 'conservare' l'informazione lungo il processo, al fine di garantire l'affidabilità dei dati per le decisioni.

RICONOSCIMENTI

Il contributo è esito di una comune riflessione degli Autori. Tuttavia, è possibile attribuire i paragrafi "Processi decisionali data-driven per nuovi usi del patrimonio costruito", "Un approccio data-driven per il riuso residenziale di un sito industriale: rigenerazione dell'area ex-Corradini, Napoli" e "Conclusioni e prospettive future della ricerca" a Sergio Russo Ermolli; i paragrafi "Risultati sperimentali dell'applicazione della metodologia al caso studio: scenari funzionali", "Prospettive di applicazione della metodologia al caso studio: scenari distributivi" e "Prospettive di applicazione della metodologia al caso studio: scenari tecnologici" a Giuliano Galluccio.

L'attività di ricerca descritta nel contributo è stata coordinata dalla Prof. Arch. Marina Rigillo, Dipartimento di Architettura, Università degli Studi di Napoli "Federico II". Si desidera in particolare ringraziare il coordinatore scientifico del progetto PROSIT, prof. ing. Domenico Asprone, nonché l'ing. Alberto Zinno, responsabile per il consorzio STRESS, e il Comune di Napoli per la collaborazione e il supporto.

NOTE

¹Il termine "riuso" è qui inteso nell'accezione proposta dalla UNI 10914-1:2001, ossia: «combinazione di tutte le decisioni, derivanti dalle attività analitiche, finalizzate a modificare l'utilizzo di un organismo edilizio o di suoi ambiti spaziali o, qualora non utilizzato, a definirne l'utilizzo». Cfr. Curcio, S., Talamo, C. (2013), *Glossario del Facility Management*, Edicom, Milano.

²Cfr. EU Action Plan for Circular Economy COM 614 final, 2015; EU New Action Plan for Circular Economy COM 98 final, 2020; 2020 Annual Sustainable Growth Strategy, SWD 100, 2020.

³Si fa, in particolare, riferimento ai cosiddetti Criteri Ambientali Minimi (CAM), introdotti nella normativa italiana dal DM 11/10/2017 e resi ob-

¹The term "reuse" is understood here in the meaning proposed by UNI 10914-1:2001, namely: "combination of all decisions, resulting from analytical activities, aimed at changing the use of a building body or its spatial areas or, if not used, to define its use". Cfr. Curcio, S., Talamo, C. (2013), *Glossario del Facility Management*, Edicom, Milano.

²See "EU Action Plan for Circular Economy COM 614 final, 2015"; "EU New Action Plan for Circular Economy COM 98 final, 2020; 2020 Annual Sustainable Growth Strategy, SWD 100, 2020".

³In particular, reference is made to the so-called Minimum Environmental Criteria (CAM), introduced into Italian law by Ministerial Decree 11/10/2017 and made mandatory by Art. 34, Legislative Decree 50/2016. CAMs constitute a system of environmental requirements defined for the

various phases of the building process, aimed at identifying the best design solution, product or service from an environmental point of view throughout the life cycle, taking into account market availability.

⁴The research was funded by the Campania Region as part of the research project PROSIT –Designing in Sustainability – Qualification and Digitalisation in Construction (PO FESR 2014-2020, assigned to STRESS s.c.a.r.l. The project partners involved the Department of Architecture and the Department of Structures for Engineering and Architecture of the University of Naples "Federico II", the public-private consortium STRESS s.c.a.r.l. and the City of Naples.

⁵The "university" vocation of the neighbourhood was born after the decision to build the Federico II Campus on the area of the former Cirio factory,

bligatoria dall'Art. 34, D.Lgs. 50/2016. I CAM costituiscono un sistema di requisiti ambientali definiti per le varie fasi del processo edilizio, volti a individuare la soluzione progettuale, il prodotto o il servizio migliore sotto il profilo ambientale lungo tutto il ciclo di vita, tenuto conto della disponibilità di mercato.

⁴La ricerca è stata finanziata dalla Regione Campania, nell'ambito del progetto di ricerca PROSIT – Progettare in Sostenibilità – Qualificazione e Digitalizzazione in Edilizia (PO FESR 2014-2020), assegnato a STRESS s.c.a.r.l. L'attività ha visto coinvolti, tra i partner di progetto, il Dipartimento di Architettura e il Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura dell'Università degli Studi di Napoli "Federico II", il Consorzio pubblico-privato STRESS s.c.a.r.l. e il Comune di Napoli.

⁵La vocazione "universitaria" del quartiere nasce a seguito della scelta di realizzare, sull'area della ex-fabbrica Cirio, il Campus della Federico II, in cui hanno trovato la loro sede, oltre alla Scuola Politecnica e delle Scienze di Base, realtà innovative e formative tra cui Apple Developer Academy, Intesa Sanpaolo, TIM, Accenture, CISCO, Ferrovie dello Stato, ecc. Cfr. Russo Ermolli, S. (2019), "Digital flows of information for the operational phase: the Facility Management of Apple Developer Academy", in *TECHNE - Journal of Technology for Architecture and Environment*, n. 18, pp. 235-245.

⁶Il LOIN specifica le caratteristiche dei diversi livelli utilizzati per definire il dettaglio e la portata delle informazioni che devono essere scambiate e fornite durante il ciclo di vita dei beni edilizi. Fornisce, inoltre, le linee guida per i principi necessari per specificare i fabbisogni informativi (UNI EN ISO 19650:2019; UNI EN 17412-1:2021). Cfr. UNI (2021), "BIM: livello di fabbisogno informativo", disponibile all'indirizzo: https://www.uni.com/index.php?option=com_content&view=article&id=10768:bim-livello-di-fabbisogno-informativo&catid=170&Itemid=2612 (consultato il 3 marzo 2022).

⁷Gli usi del modello BIM sono definiti come le «consegne, predeterminate o previste, di progetto che possono riguardare la generazione, condivisione e collegamento di Modelli a database esterni. L'Uso del Modello riguarda le interazioni tra un Utente ed un Sistema di Modellazione per generare Consegne sui Modelli. Ci sono decine di Usi del Modello tra cui Analisi delle

where, in addition to the Polytechnic School and Basic Sciences, innovative and educational realities, including Apple Developer Academy, Intesa Sanpaolo, TIM, Accenture, CISCO, Ferrovie dello Stato, etc. found their home..See Russo Ermolli, S. (2019), "Digital flows of information for the operational phase: the Facility Management of Apple Developer Academy", in *TECHNE - Journal of Technology for Architecture and Environment*, n. 18, pp. 235-245.

⁶The LOIN specifies the characteristics of the different levels used to define the detail and scope of information that must be exchanged and provided during the life cycle of building assets. It also provides guidelines for the principles needed to specify information requirements (UNI EN ISO 19650:2019; UNI EN 17412-1:2021). See UNI (2021), "BIM: level of information

needs", available at: https://www.uni.com/index.php?option=com_content&view=article&id=10768:bim-livello-di-fabbisogno-informativo&catid=170&Itemid=2612 (accessed 3 March 2022).

⁷BIM Model Uses are defined as the «predetermined or expected project deliverables that may involve generating, sharing and linking models to external databases. Model uses relate to interactions between a user and a modelling system to generate deliveries on models. There are dozens of model uses, including interference analysis, cost estimation, and space management». See "Model Uses", available at: <https://bimdictionary.com/it/model-use/1> (accessed 4 March 2022).

Interferenze, Stima dei Costi, e Gestione degli Spazi». Cfr. “Uso del Modello”, disponibile all’indirizzo: <https://bimdictionary.com/it/model-use/1> (consultato 4 marzo 2022).

REFERENCES

- Bellintani, S. and Ciaramella, A. (2017), *Due Diligence Immobiliare. Qualità delle informazioni per la valorizzazione immobiliare*, Franco Angeli, Milano.
- Bernstein, P. G. (2018), *Architecture Design Data. Practice competency in the era of computation*, Birkhäuser Architecture, Basel.
- Clemente, C. (2012), “La definizione di un nuovo quadro esigenziale per la residenza”, in Todaro, B., Giancotti, A. and De Matteis, F., *Housing. Linee guida per la progettazione dei nuovi insediamenti*, Prospettive Edizioni, Reggello (FI), pp.170-179.
- Deutsch, R. (2015), *Data-Driven Design and Construction. 25 strategies for capturing, analyzing, and applying building data*, Wiley, Hoboken.
- Giammetti, M. T. and Rigillo, M. (2021), “Management of the C&D waste in the urban regeneration project”, in *TECHNE - Journal of Technology for Architecture and Environment*, n. 22, pp. 240-248.
- Jones, C. J. (1966), “Tactics”, *Design*, Vol. 213 (traduzione italiana in Susani, G., 1967, *Scienza e Progetto*, Marsilio, Venezia, p. 75).
- Losasso, M. (1997), “Schede di prestazioni tecnologiche e ambientali”, in Losasso, M. (ed.), *La casa che cambia. Progetto e innovazione tecnologica nell’edilizia residenziale*, Clean, Napoli.
- Marsh, R. (2016), “LCA profiles for building components: strategies for the early design process”, *Building Research & Information*, Vol. 44, n. 4, pp. 358-375.
- Pinto, M.R. (2004), *Il riuso edilizio. Procedure, metodi ed esperienze*, UTET, Torino.
- Preidel, C. and Borrmann, A. (2015), “BIM-Based Code Compliance Checking” in Borrmann, A., König, M., Koch, C. and Beetz, J. (eds.), *Building*

Information Modeling. Technology foundations and industry practice, Springer, Cham (SWI).

Rigillo, M., Russo Ermolli, S. and Galluccio, G. (2021) “Processi digitali di conformità normativa. La rigenerazione urbana della ex-Corradini a Napoli”, *AGATHÓN. International Journal of Architecture, Art and Design*, Vol. 10, pp. 120-131.

Simonen, R. (2015), *Life Cycle Assessment*, Routledge, Abingdon-on-Thames.