TEMA
Technologies Engineering Materials Architecture
Vol. 3, No. 2 (2017)

Typological-GIS as a conceptual integration between GIS and BIM. First results on case study of Aversa

Luigi Mollo*, Rosa Agliata, Marco Vigliotti

Highlights

This paper highlights the role of building typologies as a tool for conceptual integration between GIS and BIM. In fact, this integration is difficult as GIS is focused on the representation of real buildings whereas BIM is focused on their design process. A Typological GIS - T-GIS - permits to compare the design choices, operated with BIM support, with the different typological solutions that during the centuries established the character of a specific built environment.

Abstract

This paper aims to explain the first results of a research on the application of T- GIS (Typological GIS) in the building regeneration design. T-GIS is conceived as an instrument allowing the user for a deep knowledge of built environment and so it could become an effective support in the complex building design process, also because it is potentially integrable with BIM. In fact, it might be the tool for conceptual integration between GIS and BIM. This article shows the first results of a complex and articulated work that is still in progress: the build of aT-GIS on the case study of a town called Aversa, North of Naples.

Keywords

GIS, BIM, Buildings typologies

1. INTRODUCTION

The building regeneration as been defined as the process giving physical design directions to conservation, change and sustainable growth. This definition includes the concepts of maintenance, re-use, sustainable transformation, urban "ecology" and is closely related to economic evaluations. Then, building regeneration is a complex process that requires a deep knowledge of the architectural object. The knowledge is one of the most delicate moments of the whole process as the correctness of the next design steps mostly depends on it. According to Grecchi and Malighetti [1] *"per "oggetto" si intendono non solo le caratteristiche fisiche dell'edificio, ma tutta la complessità di aspetti che di volta in volta devono essere indagati per far proprie le conoscenze che riguardano la nascita, la crescita e lo sviluppo dell'edificato e del suo contesto"* (as knowledge of architectural object means not only the

Luigi Mollo
DICDEA - Dipartimento di Ingegneria Civile, Design, Edilizia e Amabiente, Università degli Studi della Campania "L. Vanvitelli", via Roma 9, 81031, Aversa

Rosa Agliata
DICDEA - Dipartimento di Ingegneria Civile, Design, Edilizia e Amabiente, Università degli Studi della Campania "L. Vanvitelli", via Roma 9, 81031, Aversa

Marco Vigliotti
DICDEA - Dipartimento di Ingegneria Civile, Design, Edilizia e Amabiente, Università degli Studi della Campania "L. Vanvitelli", via Roma 9, 81031, Aversa

* *Corresponding author*
Tel.: +39-081-5010388;
fax: +39-081-5037370;
e-mail:
luigi.mollo@unicampania.it

knowledge of physical characteristics of the building, but all the complexity of issues that, time after time, should be investigated to adopt knowledge on birth, growth and development of buildings and its context)". The built environment is the humus in which the architectural object was born and developed, representing the starting point for its knowledge. The knowledge of the built environment is important because it allows the correct assessment of the social, environmental and economic implications of a regeneration project. Generally, this work is very complex because there are many variables influencing the decisions and design choices. In this way, GIS (Geographic Information System) may have a significant role in the regeneration design. Indeed, GIS is a very powerful support tool for in decision-making, involving the integration of spatially referenced data in a problem-solving environment. A GIS is usually used as a support for urban design and not for regeneration design at building scale; therefore traditional urban GIS contains referenced data about urban infrastructures (streets, sewers, schools, public buildings etc.) but it contains no information about buildings (maintenance state, technologies, typologies etc.). In literature, it is possible to find many papers explaining the role of building typologies in the urban regeneration process, mainly in the field of energy consumption reduction. A number of papers on the possible applications of BIM (Buiding Information Modelling) are also available, but only a few among them show the interaction between GIS and BIM at building scale, mainly on the role of GIS in the management of logistic issues related to building process. There is not a significant literature on the role of GIS in the building design process. The decision to develop a GIS finalized to support the design process of buildings came up by observing that the latter is highly conditioned by physic and cultural background of the built environment in which it is located. The major tool enabling the management of the background is the building typology. In fact, according to Muratori's vision, the typological invariants are the summary of all the physical and immaterial characteristics that set the character of buildings and cities. Therefore, to manage correctly the regeneration process from urban to building scale, the knowledge of the typological invariants and their frame is needed. Traditionally, the investigation on typological aspects is limited to one building or, at most, to one neighbourhood. GIS offers the possibility to study typological aspects of each building without neglecting the typological complexity of a historically stratified city. Moreover, GIS can be integrated to BIM, so that the design process results to be simplified since BIM permits an interdisciplinary interaction, during the design process, between different professionalisms and, at the same time, GIS allows to compare the design

1. INTRODUZIONE

La rigenerazione edilizia è definibile come il processo di indirizzamento della ri-progettazione dell'edificio verso la conservazione, il cambiamento e la crescita sostenibile. Questa definizione include i concetti di manutenzione, riuso, trasformazione sostenibile, "ecologia" urbana ed è strettamente correlata con le valutazioni economiche. La rigenerazione di un edificio è un processo complesso che richiede una profonda conoscenza dell'oggetto architettonico. La conoscenza è uno dei più delicati momenti di processo; da essa dipende, in larga misura, la correttezza delle fasi di progettazione successive. Secondo Grecchi e Malighetti [1] "per "oggetto" si intendono non solo le caratteristiche fisiche dell'edificio, ma tutta la complessità di aspetti che di volta in volta devono essere indagati per far proprie le conoscenze riguardanti la nascita, la crescita lo sviluppo dell'edificato e del suo contesto". L'ambiente costruito è l'humus su cui l'oggetto architettonico nasce e si sviluppa e quindi rappresenta il punto di partenza per la sua conoscenza. La conoscenza dell'ambiente costruito è importante perché consente di valutare correttamente le implicazioni sociali, ambientali ed economiche del progetto di riqualificazione. Normalmente questo lavoro è molto complesso perché vi sono molte variabili che influenzano le decisioni e le scelte progettuali. In questo senso un GIS (Geographic Information System) realizzato ad hoc potrebbe avere un ruolo significativo nel progetto di rigenerazione edilizia, in quanto consente l'integrazione di dati spazialmente riferiti in un ambiente di problem solving. Normalmente un GIS viene utilizzato come supporto per la progettazione urbana e non per la progettazione di riqualificazione a scala edilizia; un GIS urbano tradizionale contiene dati relativi a infrastrutture urbane (strada, fogne, scuole, edifici pubblici, ecc.) ma non contiene informazioni sugli edifici (stato di manutenzione, tecnologie, tipologie, ecc.). In letteratura è possibile trovare molti articoli che evidenziano il ruolo delle tipologie edilizie nel processo di riqualificazione, soprattutto nel campo della riduzione del consumo energetico, ed è possibile trovare molti lavori sul BIM (Buiding Information Modeling). Soltanto pochi però si interessano dell'interazione tra GIS e BIM alla scala edilizia e, quasi tutti, sono incentrati sul ruolo del GIS nella gestione di problemi logistici legati al processo di costruzione. Non esiste una letteratura significativa sul ruolo del GIS nel processo di progettazione architettonica. La decisione di sviluppare un GIS finalizzato a sostenere il processo di progettazione architettonica nasce dall'assunto che la progettazione di un edificio è fortemente condizionata dall'ambiente costruito di inserimento. Lo strumento che consente di gestire il backstage è la tipologia edilizia. Infatti, secondo la visione di Muratori, gli invarianti tipologici sono il riassunto di tutte le caratteristiche fisiche e immateriali che danno carattere agli edifici e alla città. Pertanto, per gestire correttamente il processo di

choices to the different existing typological solutions.
This paper aims to show the first results of the integration of a traditional urban GIS with geo-referenced data of single buildings. The small town of Aversa, north of Naples, was chosen as a case study. Data processing is ongoing.

2. STATE OF THE ART

In the end of XX Century the use of GIS spread, first in urban planning and later in urban design [2]. In that time, the research was oriented towards the creation of digital 3-D models of cities, frequently realized by using CAD software and only rarely based on GIS. For example, the UCLA group [3] used a GIS in a 3-D modelling environment. In the first decade of XXI Century, the potentialities of GIS determined its increasing usage as a support tool in decision making for urban design and the possibility of using GIS as support also for conservation of built heritage started to be investigated. In this phase, the efforts were addressed to the study of the interaction between natural and built environment, in particular the relationship between natural hazard and structural safety. Among the First contributions to this research line, there is the study by Lazzari et al. [4], who worked on the building heritage of Rabatana, a medieval village in Basilicata, characterized by a valuable vernacular constructive culture, and the work of Fuentes [5], who proposed the use of GIS as a support to carry out a respectful conversion of traditional European farms. This latter Author stated that the knowledge is the base of every correct regeneration building design and that the complexity of built environment needs the support of GIS to have a respectful, collaborative and shared conversion to new use of vernacular buildings. This approach may be called "typological" (T-GIS). While for heritage, a typological approach is used and the GIS is intended as a support to architectural project, in cities the search is mainly addressed to energy consumption reduction. However, also in this second case, studies show the role of GIS as a support for the connection between different work scales, since it is impossible to design a sustainable building out of a sustainable built environment [6]. In this view, papers of many other authors are noteworthy [7, 8, 9, 10]. A recent work [11] shows the role and relationship between building typologies and urban space, demonstrating how the GIS can be considered as the simplest and most efficient tool to manage the complexity of built environment and to interpret the modifications produced by regeneration design at urban and architectural scale. In the past two decades a "collaborative GIS" has been developed, intended as collaborative design at urban and architectural scale.

rigenerazione, dalla scala urbana a quella architettonica, è necessario conoscere gli invarianti tipologici che caratterizzano quello specifico ambiente costruito. Tradizionalmente, l'indagine sugli aspetti tipologici è limitata ad un edificio o, al massimo, ad un quartiere. Il GIS offre l'opportunità di studiare gli aspetti tipologici di ogni singolo edificio senza trascurare la complessità tipologica, storicamente stratificata, della città. Inoltre, il GIS potrebbe essere collegato al BIM semplificando così il processo di progettazione. Infatti il BIM garantisce l'interazione interdisciplinare durante il processo di progettazione mentre, allo stesso tempo, il GIS consente di confrontare le scelte di progettazione con le diverse soluzioni tipologiche che, nel corso dei secoli, hanno definito il carattere di quel particolare ambiente costruito. Questo lavoro, ancora in corso, si propone di mostrare i primi risultati di integrazione di un GIS urbano tradizionale con dati relativi ad ogni singolo edificio e spazialmente referenziati. Per testare il progetto si è scelta Aversa, una piccola città a nord di Napoli.

2. STATO DELL'ARTE

Alla fine del XX secolo l'uso del GIS si è diffuso prima nell'ambito della pianificazione e, successivamente, in quello del progetto urbano [2]. In quel periodo, la ricerca era orientata verso la creazione di modelli digitali 3D di città, principalmente basati su CAD; solo pochi di questi erano basati sul GIS, e fra questi vi è, ad esempio, il lavoro del gruppo UCLA [3] che ha utilizzato un GIS in un ambiente di modellazione 3D. Nel primo decennio del XXI secolo le potenzialità dei GIS sono state sempre più utilizzate come supporto alle decisioni per la progettazione urbana. Dopo l'affermazione del GIS quale efficace supporto alla progettazione urbanistica, si è sperimentata la possibilità di utilizzarlo anche come supporto per la conservazione del patrimonio costruito. In questa fase gli sforzi sono stati indirizzati a valutarne l'uso nello studio dell'interazione tra ambiente naturale e costruito, e, del rapporto tra rischi naturali e sicurezza strutturale. Fra i primi approcci in tal senso sono da segnalare i saggi di Lazzari et al. [4], che hanno lavorato sul patrimonio storico di Rabatana, un borgo medievale in Basilicata, caratterizzato da una preziosa cultura vernacolare del costruire; e di Fuentes [5], che ha proposto l'uso del GIS nella progettazione di interventi di riconversione della tipica fattoria tradizionale europea. Quest'ultimo, nel suo approccio, parte dalla considerazione che la conoscenza sia alla base di ogni corretta progettazione di rigenerazione edilizia e che la complessità dell'ambiente costruito abbia bisogno di un supporto GIS per avere una conversione a nuovo degli edifici vernacolari rispettosa, collaborativa e condivisa. Questo approccio potrebbe essere definito approccio "tipologico" (T-GIS). Mentre per il patrimonio monumentale viene utilizzato un approccio tipologico e il GIS è usato come supporto al progetto architettonico, nelle città la ricerca è stata essenzialmente rivolta

A real-time C-GIS system provides a multi-user, real-time collaborative work environment [12]. In addition, BIM, the prince tool of buildings design process, permits an interdisciplinary interaction among different professionals during the design process [13] but it lacks of georeferentiation. Recently, some researchers experienced methods to automatically transform the geometric and semantic information from a BIM (Building Information Modelling) model to a geo-referenced one [14]. In fact, methods allowing GIS and BIM to communicate together are still being searched, as explained by Liu et al. [15], because such a tool is potentially applicable in many building fields such as cadastre, asset management, heritage management, site selection and layout plane, urban environment analysis, safety and more. However, the integration between BIM and GIS presents some difficulties since the two systems "interpret 3D modelling from two different perspectives: GIS focus on real world modelling, while BIM is more focused on design process". Therefore, the same information is treated differently by BIM and GIS [16]. GIS normally has a geographical approach to the knowledge of building shape and components, while, BIM interprets the buildings from an architectural and constructive perspective, focusing on the details, building components and project information [17]. The integration attempts are focused on the informatics and semantic integration of data but a true conceptual integration is still missing [15]. The conceptual integration takes into account the different roles held by GIS and BIM in the building design process. BIM manages the project of one building (or a group of buildings) which will be part of the city, comparing his identity to the one of the city, and maybe in opposition to it. GIS should provide data to understand better the identity of city, its character. In fact, the design process of buildings is highly conditioned by physic and cultural background of the existing built environment. It is therefore possible that with BIM, the various professionals are properly connected and, at the same time, with GIS, it is possible to guarantee a building project consistent with the city in which it is placed, respecting its character and improving the quality of life of its citizens. To obtain this result, the knowledge of the elements characterizing the city is needed. The character represents "how" things are in place so, to understand the specific character of one city, it is necessary to know how the constructive elements are assembled together in that specific context. In fact, the constructive elements that architects can use are relatively few but, with those, it is possible to create infinite different buildings, giving many different characters to the city. The actual danger is to build up the city as a jumble of buildings that do not speak the same language: many monads without any unifying character, as in suburbia of contemporary

alla riduzione dei consumi energetici. Anche in questi casi tuttavia gli studi dimostrano il ruolo del GIS come supporto di collegamento tra le diverse scale; non è, infatti, possibile pensare un edificio sostenibile avulso da un ambiente costruito sostenibile [6]. In tal senso vi sono numerosi lavori degni di nota [7, 8, 9, 10]. Un recente lavoro [11] mostra il ruolo ed il rapporto tra la tipologia edilizia e lo spazio urbano ed evidenzia come il GIS sia lo strumento più semplice ed efficiente per gestire la complessità dell'ambiente costruito anche in relazione alla ricaduta degli interventi di rigenerazione a scala urbana ed architettonica. Negli ultimi due decenni si sta sviluppando il GIS Collaborativo, destinato alla progettazione collaborativa a scala urbana e architettonica [12]. In questo esso è simile al BIM (Building Information Modeling), strumento principe per la gestione del processo di costruzione, dato che consente una interdisciplinaria interazione tra diversi professionisti durante il processo di progettazione [13]; nel BIM, però, manca la georeferenziazione. Recentemente alcuni ricercatori hanno sperimentato metodi per trasformare automaticamente le informazioni geometriche e semantiche di un modello BIM in un modello georeferenziato [14]. I metodi che consentono a GIS e BIM di comunicare fra loro sono oggetto delle più recenti attività di ricerca nel campo. Questo perché, come spiegato da Liu et al. [15], se si riuscisse a far comunicare fra loro GIS e BIM, si otterrebbe uno strumento potenzialmente applicabile in molti campi quali il catasto, la gestione del patrimonio, la pianificazione, l'analisi dell'ambiente urbano, la sicurezza e così via. Tuttavia l'integrazione tra BIM e GIS presenta molte difficoltà in quanto i due sistemi "interpretano la modellazione 3D da due diverse prospettive: il GIS si concentra sulla modellazione del mondo reale, mentre il BIM è più focalizzato sul processo di progettazione". Quindi le stesse informazioni sono trattate in modo diverso da BIM e GIS [16]. Il GIS ha normalmente un approccio geografico alla conoscenza della forma e dei componenti della struttura, mentre BIM interpreta gli edifici da una prospettiva architettonica e costruttiva, concentrandosi sui dettagli, sui componenti e sui dati di progetto [17]. I tentativi di integrazione si concentrano, al momento, sull'integrazione informatica e semantica dei dati ma manca ancora una vera idea di integrazione concettuale [15]. L'integrazione concettuale deve tenere conto dei diversi ruoli che GIS e BIM hanno nel processo di progettazione dell'edificio. Il BIM gestisce il progetto di un edificio (o di un gruppo di edifici) che sarà parte della città e che si deve confrontare con l'identità della città stessa, foss'anche negandola. Il GIS, in tale ottica, dovrebbe fornire i dati relativi all'identità della città e al suo carattere. Sarebbe quindi possibile, con il BIM, garantire un reale lavoro interdisciplinare fra i vari professionisti e, allo stesso tempo, con il GIS, assicurare che il progetto sia assonante (o dissonante) con il carattere della città in cui è

cities. Conversely, traditional cities are formed, by many individualities, even very different from each other, but unified together by a unique cultural matrix. To understand better this matrix, it is important to know the character of the city, according to Muratori's opinion, identifying the typological invariants is the simplest way to identify the character of a city because the typological invariants just explain it [19].

collocato. Per ottenere questi risultati è necessaria la conoscenza degli elementi che caratterizzano la città. Il carattere di una città è determinato dal "come" si fanno le cose e, quindi, per comprendere il carattere specifico di una città, è necessario sapere come gli elementi costruttivi, tipicamente standardizzati, sono stati usati in quello specifico contesto. È ben noto che gli elementi costruttivi usati sono relativamente pochi, ma con essi è

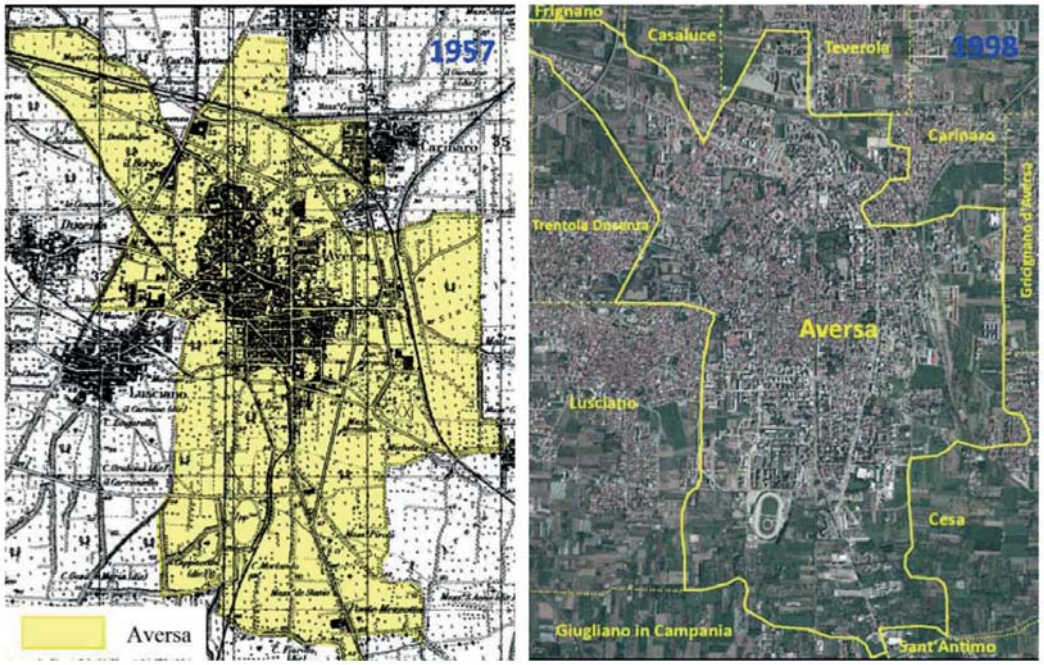

Figure 1. Evolution of the urban area of Aversa and its surroundings from the year 1957 to 1998.

3. METHODOLOGY

The research was structured in different phases. In the first phase, the study area was selected. The study area is a town characterized by a noticeable stratification during different historical ages, with different typological and technological solutions. After that, one single age was chosen as a reference. This because the typological invariants depend on the physical environment (the city) but also on the cultural environment (the historical period).

In the second phase a preliminary study, aimed to the collection of geographical, historical and socio-economic data on the study area, was conducted. The materials, closely linked to local natural resources, technologies and typologies used in the area during the reference age were also included in the study. These specific data have been acquired through literature and archive documents.

The third phase involved the creation of an inventory of buildings constructed in the reference age. This catalogue was created by filling in some recognition

possibile creare una molteplicità di edifici diversi che specificano il carattere della città. Il pericolo reale è quello di costruire la città come un misto di edifici che non parlano la stessa lingua. Molte monadi senza alcun carattere unificante: le periferie urbane delle città contemporanee. Al contrario, le città tradizionali sono formate, da molte individualità, anche molto diverse tra loro, ma unificate insieme da una matrice culturale unica. Per comprendere meglio questa matrice è importante conoscere il carattere della città, e quindi, in accordo con le idee muratoriane, è necessario identificare gli invarianti tipologici che caratterizzano quel particolare ambiente costruito [19].

3. METODOLOGIA

La ricerca è stata strutturata in diverse fasi; nella prima fase è stata selezionata l'area di studio. L'area di studio deve essere costituita da una città, o quartiere, caratterizzata da una significativa stratificazione di epoche storiche diverse contraddistinte da svariate soluzioni tipologiche e tecnologiche. Si è scelto, poi, un periodo storico di riferimento dato che gli invarianti tipologici dipendono dall'ambiente fisico (la città) ma anche

sheets, integrating literature data and aerophotogrammetric surveys. A different identification code (ID) was assigned to each building. This phase is long and complex, but essential for documental data validation.

The fourth step concerned the typological classification: each existing building type was identified and the typological classes of constructive elements were selected. Finally, relational database tables were designed, based on the data acquired during field surveys, and dictionaries of the database were also processed to describe the form of all the data that were input in the database, taking into account the possible values of all the variables. A basic characteristic, common to all the tables, is a box recording the ID codes, in order to establish a primary connection between the various tables and the spatial data. Once these five phases will be over, the database will be complete and it will be possible to launch the analysis phase. Analysis will allow extrapolating the typological aspects of built environment to read the character of the city and draw the urban code. The latter is the actual instrument for a buildings design environmentally respectful and it is the real interconnection element between the different scales of urban regeneration design.

4. RESULTS

At the moment, the work is in between second and fourth steps and data are still being processed. In fact this three steps need to be carried out at the same time. During the last 18 months, accordingly to the methodology, the research group developed the work as follows. Aversa has been selected as study area because of its small dimensions and historical richness. The city is characterized by a stratification of different historical periods with different typological and technological solutions. The biggest urban development has been registered during the XX Century that was then chosen as reference age (Fig. 1).

It was then conducted a preliminary study aimed to collecting geographical, historic and socio-economic data on the study area. The base map used was an aerophotogrammetry, in .dxf vector format and in 1:5000 scale, obtained from the Aversa City Hall. In the present case study, the spatial data are presented as lines (road network) and as polygon entities (building blocks). Spatial data (attributes) also coexist and are usually characteristics of spatial data, defining the type. Data about the materials used in the area during the 1900's were acquired by literature searching and archive documents. The third phase involved the creation of an inventory of buildings built during the XX Century (Fig. 2). During the fourth step, each existing building type was identified and the typological classes of constructive elements were selected. So far,

dall'ambiente culturale (l'epoca). Nella seconda fase è stato condotto uno studio preliminare finalizzato alla raccolta di dati geografici, storici e socioeconomici sull'area di studio. Anche i materiali, strettamente legati alle risorse naturali locali, alle tecnologie e alle tipologie utilizzate nella zona durante l'età di riferimento, sono stati oggetto di studio. Questi dati specifici sono stati acquisiti attraverso documenti di letteratura e di archivio. Nella terza fase si è costruito un inventario degli edifici edificati nel periodo di riferimento. Questo catalogo è stato creato compilando delle schede di rilievo a vista che integrano i dati aerofotogrammetrici e i documenti di archivio. Ad ogni edificio è stato assegnato il proprio codice identificativo (ID). Questa fase è lunga e complessa ma fondamentale per la convalida dei dati documentali. Il quarto passo riguarda la classificazione tipologica: ogni tipo di edificio esistente è stato identificato e sono state selezionate le classi tipologiche di elementi costruttivi. Infine, nella quinta fase, vanno progettate le tabelle del database relazionale basate sui dati acquisiti durante le indagini in campo e stilati i dizionari per descrivere tutti i dati immessi nella banca dati, tenendo presenti tutti i possibili valori delle variabili. Una caratteristica comune delle tabelle è la presenza di un campo che registra gli identificativi (ID), che costituiscono il collegamento primario tra le varie tabelle e i dati spaziali. Ultimate queste cinque fasi, il database sarà completo e sarà possibile effettuare le analisi che costituiscono i veri e propri risultati del lavoro, dato che essi consentono di investigare gli aspetti tipologici dell'ambiente costruito per leggere il carattere della città e per ricavare il codice urbano, strumento indispensabile per garantire un progetto di rigenerazione rispettoso dell'ambiente costruito.

4. RISULTATI

Non ci sono ancora risultati definiti. Il lavoro di ricerca è al momento fra il secondo e il quarto step. Queste tre fase della ricerca vanno, infatti, sviluppate in contemporanea. Negli ultimi 18 mesi, nel rispetto della metodologia illustrata, sono stati sviluppate le seguenti attività. Si è individuata come area di studio Aversa, dato che essa è una piccola città caratterizzata da una ricca stratificazione di diversi periodi storici e diverse soluzioni tipologiche e tecnologiche. Il periodo in cui si è registrato il massimo sviluppo urbano è stato il XX secolo e pertanto è stato deciso, come prima applicazione, di studiare tutti gli edifici costruiti durante questo secolo (Fig. 1).

È stato quindi condotto uno studio preliminare finalizzato alla raccolta di dati geografici, storici e socioeconomici sull'area di studio. La base cartografica utilizzata è costituita dagli aerofotogrammetrici, in formato vettoriale .dxf e in una scala 1: 5.000, del Comune di Aversa. Nel lavoro, i dati spaziali sono presentati come linee (rete stradale) e come entità poligonali (edifici). Anche i dati non territoriali (attributi) coesistono e sono caratteristiche dei dati spaziali che definiscono il tipo. I materiali - strettamente legati alle risorse

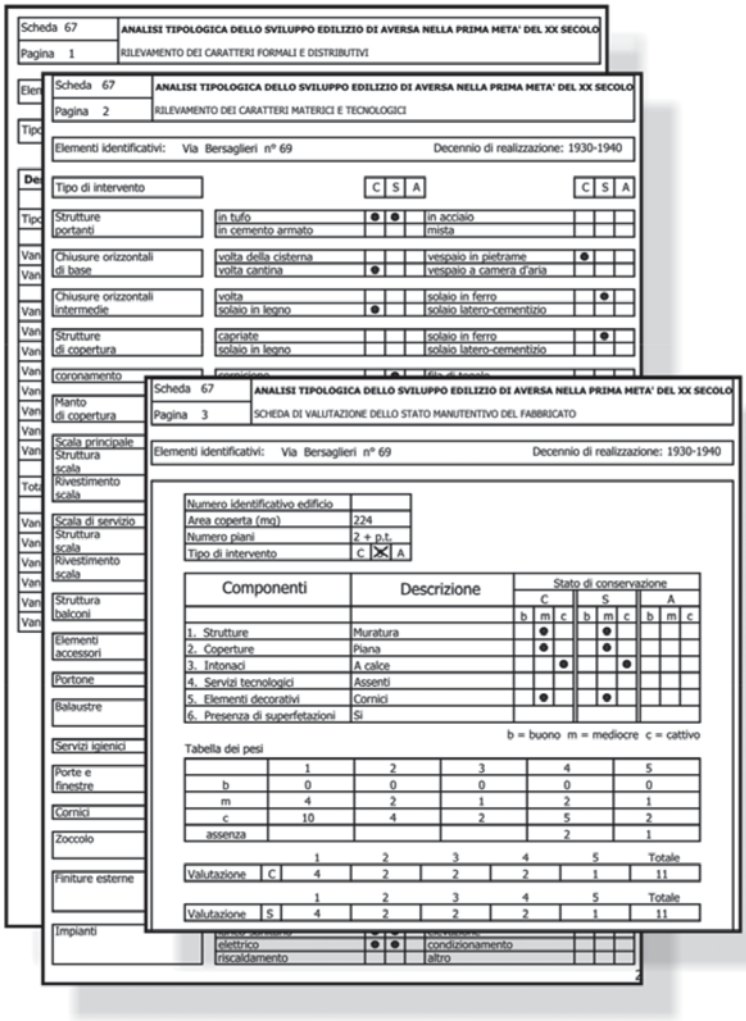

Figure 2. Example of detection tab.

about 1500 buildings have been identified. Relational database tables will be designed based on the data acquired during field surveys, and dictionaries of the database will be created describing the shape of all the data that will put in the database, taking into account the possible values of all the variables. The work is not complete yet and the addition of referenced information at architectural scale is still in progress.

5. CONCLUSIONS

The results obtained so far are encouraging because they demonstrate that the construction of a T-GIS is feasible and it might be an important tool for building regeneration projects. The proposed work is still in progress because, as explained in the previous sections, the construction of T-GIS, that includes georeferenced typological information on the built environment at different scales (from urban to details) is complex and time consuming.

naturali locali, alle tecnologie e alle tipologie utilizzate nella zona durante il Novecento - costituiscono un aspetto importante del lavoro; i dati relativi sono stati ricavati da documenti di letteratura e di archivio. Si è avviata poi la redazione dell'inventario degli edifici costruiti nel XX secolo (Fig. 2). Questo lavoro è stato fatto compilando fogli di riconoscimento che integrano i dati rilevati con quelli acquisiti dalla letteratura e dalla sovrapposizione delle diverse aerofotogrammetrie. Parallelamente si è avviata la quarta fase relativa alla classificazione tipologica: ogni edificio esistente è stato identificato assegnandogli un ID, è stato poi inquadrato in uno schema tipologico e sono state identificate le principali classi tipologiche di elementi costruttivi che lo costituiscono. Al momento sono stati lavorati circa 1500 edifici; tale fase è ancora in corso.

5. CONCLUSIONI

I risultati ottenuti finora sono incoraggianti perché dimostrano che la realizzazione di un T-GIS è fattibile e che esso potrà essere un importante strumento di supporto nel ripensare il costruito. Il lavoro proposto è ancora

Anno	Vista aerea	Prospetto	Forma	Layout	Tetti
1940 -1950			Poligonale Rettangolare Pianta a "L" Altre	Con corte centrale Senza corte centrale Gruppo di edifici	Inclinati con tegole Piani Cupola e piani
1950 -1960			Rettangolare Lineare Altre	Gruppo di edifici Edifici isolati	Piani Inclinati
1960 -1970			Rettangolare Poligonale Pianta a "U" Altre	Con corte centrale Senza corte centrale Gruppo di edifici	Inclinati con tegole Piani
1970 -1980			Poligonale Quadrata Altre	Gruppo di edifici Senza corte centrale Edifici simmetrici	Piani Inclinati
1980 -1990			Poligonale Rettangolare Altre	Gruppo di edifici Senza corte centrale Edifici simmetrici	Piani Inclinati
1990 -2000			Lineare Rettangolare Pianta a "U" Altre	Gruppo di edifici Edifici Simmetrici	Piani Inclinati

Figure 3. Some building types in the study area in the 20th century.

Nevertheless, the groundwork has been laid and the research is at moment focused on the identification of the topological data - related to the mutual relationships between objects at different scales - that will allow analysis aimed at buildings regeneration and connecting BIM and GIS. A future development may concerns the creation of data acquisition automats between GIS and BIM.

6. ACKNOWLEDGEMENTS

This work was developed at LABTECH (Laboratory of Architecture and Building TECHnologies) of the University of Campania "Luigi Vanvitelli", formerly Second University of Naples, with the collaboration of many students in their last academic years. Warm thanks goes to them.

in corso perché, come spiegato nei paragrafi precedenti, la costruzione di un T-GIS, con informazioni tipologiche georeferenziate sull'ambiente costruito nella complessità dei diversi livelli di scala (dalla scala urbana alla scala dei dettagli), è laboriosa e richiede molto tempo. Ciononostante, il lavoro è in corso ed i risultati ottenuti hanno fornito le basi per il proseguimento della ricerca che attualmente è incentrata sul completamento dell'analisi tipologica e sull'identificazione dei dati topologici - legati ai mutui rapporti tra gli oggetti alle diverse scale - che consentiranno le analisi finalizzate alla rigenerazione edilizia e alla connessione BIM e GIS. Uno sviluppo futuro riguarderà la possibilità di creare automatismi di acquisizione dei dati tra GIS e BIM.

6. RINGRAZIAMENTI

Questo lavoro è stato sviluppato nel LABTECH (Laboratory

7. REFERENCES

[1] Grecchi Manuela, Malighetti Laura E., 2008. *Ripensare il costruito*. Repubblica di San Marino: Maggioli Editore, 2008, 496 p.

[2] Batty Michael, Dodge Martin, Jang Bin and Smith Andy, 1998. *GIS and urban Design*. London: UCL (University College London), Centre for Advanced Spatial Analysis (UCL), 1998, 28 p.

[3] Ligget Robert S., Jepson William H. and Friedman Scott, 1996. *Virtual Modelling of Urban Environments*. Presence Teleoperators & Virtual Environments, 5, 1, pp. 72-86.

[4] Lazzari Maurizio, Danese Maria, Masini Nicola, 2009. *A new GIS-based integrated approach to analyse the anthropic-geomorphological risk and recover the vernacular architecture*. Journal of Cultural Heritage, 10, 1, pp. 104-111.

[5] Fuentes José María, 2010. *Methodological bases for documenting and reusing vernacular farm architecture*. Journal of Cultural Heritage, 11, pp. 119-129.

[6] Jo Jinho H., Otanicar Todd P., 2011. *A hierarchical methodology for the mesoscale assessment of building integrated roof solar energy systems*. Renewable Energy, 36, 11, pp. 2992-3000.

[7] Fabbri Kristian, Zuppiroli Marco, Keoma Ambrogio, 2012. *Heritage buildings and energy performance: Mapping with GIS tools*. Energy and Buildings, 48, 137-145.

[8] In-Ae Yeo, Seong-Hwan Yoon, Jurng-Jae Yee, 2013. *Development of an Environment and energy Geographical Information System (E-GIS) construction model to support environmentally friendly urban planning*. Applied Energy 104, 723-739.

[9] Mastrucci Alessio, Baume Olivier, Stazi Francesca, Ulrich Leopold, 2014. *Estimating energy savings for the residential building stock of anentire city: A GIS-based statistical down scaling approach applied to Rotterdam*. Energy and Buildings, 75, 358-367.

[10] Dagmar Exner , Valentina D'Alonzo, Giulia Paoletti , Ramon Pascual , Roberta Pernetti, 2017, *Building-Stock Analysis for the Definition of an Energy Renovation Scenario on the Urban Scale*, in A. Bisello et al (eds), "Smart and sustainable planning for cities and regions", Springer International Publishing, Switzerland, 2017, pagg 33,54.

[11] Lu Zhenyu, Im Jungho, Rhee Jinyoung, Hodgson Michael, 2014. *Building type classification using spatial and landscape attributes derived from LiDAR remote sensing data*. Landscape and Urban Planning, 130, 134-148.

[12] Sun Yaqin, Li Songnian, 2016. Real-time collaborative GIS: A technological review. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 115, 143-152.

[13] V. Singh, N. Gu, X. Wang, *A theoretical framework of a BIM-based multi-disciplinary collaboration platform*, Autom. Constr., 20 (2) (2011), pp. 134–144.

[14] Rafiee Azarakhsh, Dias Eduardo, Fruijtier Steven, Scholten Henk, 2014. *From BIM to geo-analysis: view coverage and shadow analysis by BIM/GIS integration*. Procedia Environmental Sciences, 22, 397-402.

[15] Xin Liu, Xiangyu Wang , Graeme Wright , Jack C. P. Cheng , Xiao Li and Rui Liu, 2017, *A State-of-the-Art Review on the Integration of Building Information Modelling (BIM) and Geographic Information System (GIS)*, Int. J. Geo-Inf. 2017, 6(2), 53.

[16] Nagel, C.; Stadler, A.; Kolbe, T.H., 2009, *Conceptual requirements for the automatic reconstruction of building information models from uninterpreted 3D models*. Proc. Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spat. Inf. Sci. 2009.

[17] Cheng, J.C.P.; Deng, Y.C.; Anumba, C., 2015, *Mapping BIM schema and 3D GIS schema semi-automatically utilizing linguistic and text mining techniques.* J. Inf. Technol. Constr. (ITcon) 2015, 20, 193–212.

[18] Luigi Mollo (2012). *L'edilizia popolare del Novecento a Napoli, da armonia a dissonanza*. PAYSAGE TOPSCAPE, 2012, p. 428-441.

[19] Mollo L., Tagliaventi G., 2003, *Architecture in the age of globalization*, Alinea, Firenze.

of Architecture and Building TECHnologies) dell'Università della Campania "Luigi Vanvitelli", già Seconda Università di Napoli, con la collaborazione di molti student negli ultimi anni accademici. Ad essi un caloroso ringraziamento.