Digital survey for landscape knowledge: Garfagnana case studies for tourism development and Versilia case study for hydraulic analysis

The design and representation of the landscape, through the tools provided by the survey, are irreplaceable means of knowledge of the territory, therefore they present themselves as indispensable elements to start any path of analysis or project of the spaces. This paper aims to show some documentation experiences of the territory, through different techniques of digital survey and graphic representation, which, starting from the survey, develop with different purposes: on the one hand the project for the documentation of the basin area of the streams that flow into the Fiumetto, a watercourse between Pietrasanta and Forte dei Marmi, which aims to experiment modern digital surveying techniques on the coastal landscape of Versilia to use the data for hydraulic modeling; on the other the documentation project of the system of routes within the municipality of Garfagnana with the aim of enhancing and promoting the route, not only from the point of view of historical preservation, but also from future tourist use. To make this possible the University of Florence collaborates with Italian Cycling Federation, in the belief that the care of widespread cycling routes can make the most of the territory, also correctly responding to the current needs of environmental sustainability. The proposal to recover ancient routes and medieval and sixteenth-century bridges is to be considered foundational: there is the possibility of bringing out an impressive number of architecturally important structures to cross and visit along the route.

Keywords:
Digital survey, Garfagnana, Versilia, bridges, canals
INTRODUCTION

The landscape is an extremely interdisciplinary theme, which is composed of aesthetic, physical, geographical, anthropological and finally economic but also regulatory aspects. Due to the variety of approaches, the digital representation of the landscape actually falls within every area of interest and to appreciate the landscape, through the support of digital media, requires a great deal of study. The frontiers of representation and digital communication seem to extend beyond the horizons known and practiced by landscape designers; Luigini emphasizes this aspect in his recent work on “Paesaggio e rappresentazione digitale”, stating that the landscape, in the era of pervasive and digital communication, can be documented, communicated and used in innumerable ways: “The digital graphic representation assumes an increasing role of the possibilities of use - and in part of signification - both in quantitative terms and in qualitative terms: in fact if it is true that digital communication, at every level of complexity, increases the possibility of meeting between a user and the content that the user is looking for, it is also true that in the act of fruition the depth of the cognitive experience can grow significantly. In this way a specific and unprecedented sense of landscape is configured, which is composed of the digital medium or is contained in it” [1]. Aldo Sestini defined the landscape as “the complex combination of objects and phenomena linked to each other by mutual functional relationships, as well as by position, so as to constitute an organic unity” [2] similarly the geographer Eugenio Turri maintains that “the landscape is linked above all to those who observe it, to those who perceive it, to those who grasp its meaning and use it” [3]. A common conception of such research is that the whole territory, due to its history, cultural values and identity should be considered an asset to be protected. Article 9 of the Italian Constitution states that: “The Republic promotes the development of culture and scientific and technical research [see Articles. 33, 34]. It protects the landscape and the historical and artistic heritage of the Nation.”.

Starting from these conceptions, it is opportune, also in the researches that concern the territory, to adopt an overall approach: among other things, the dynamics of economic and demographic impoverishment common to the different sites are evaluated without neglecting, but rather enhancing, the naturalistic heritage and cultural heritage of which they are the sole holders. A pilot project in this area, which certainly deserves to be mentioned, is Arcipelago Italia, the exhibition of Mario Cucinella for the Italian Pavilion at the sixteenth International Architecture Exhibition in Venice: the project touches five Italian territories documenting them in order to understand the changes over time. From the exhibition emerges the design of a sort of humanistic geography in which the territory is intrinsically linked to the concepts of social inclusion, collective memory, work and regeneration. The first step to act on these areas that are widespread throughout the territory is to document them and make them known. Today technology has expanded the way of doing culture: through new forms of communication and the use of digital instruments (photography and related applications, but also the whole range of active and passive sensors, also mounted on drones, which can reconstruct models with high reliability) it is possible to respond to the phenomenon of marginalization, making known the cultural, historical and archaeological heritage of these areas, documenting it first of all for conservation purposes, but also making it accessible through...

Fig. 1 - Digital surveying experiences addressed by the research group in recent years: from top to left in clockwise direction you can see the point clouds of: the waterfront of the old island of Taranto; the municipality of Acciano (AQ); the mountainous path that leads to the Sanctuary of La Verna (AR); Viale Gramsci in the historic center of Florence.
various devices on online platforms, networks and websites. Returning to the themes of representation, a very important first aspect is connected to the detection systems of the environmental and landscape context that surrounds and connects each “built” context. The systems commonly used for the detection of the environmental system, commonly called green, due to their connection with architectural or urban systems, generally focus on topographic or aerial photogrammetric survey systems aimed at documenting the positioning of plant units within a certain context. The green appears as a graphic symbol represented by a texture that presents a vegetal agglomeration, without however indicating its characteristics or qualities such as the type of essences, volume and value in the landscape context; moreover we must reflect on the documentation modalities of living essences that develop with seasonal cycles with extremely different aspects in the various periods of the year, or phenomena of growth and aging linked to the normal life cycle of the plants. The introduction of 3D digital detection systems, from a fixed or mobile station, has contributed a great deal to the documentation of complex systems, making a notable contribution, in addition to what is already sufficiently well known in the documentation of morphological and dimensional aspects, as regards the increase in the possibilities of use both in quantitative and qualitative terms. The present work focuses on some experiments that have been carried out in the field of laser scanner survey of portions of territory and open environments characterized by marked landscape qualities. Within the framework of the experience...
The digital survey for landscape knowledge: the Garfagnana case studies for tourism development and the Versilia case study for hydraulic analysis.

The research project promoted by the University of Florence concerns the territory between the course of the river Serchio and its tributaries, in the Municipalities of Fabbriche di Vergemoli, Gallicano, Molazzana and Castelnuovo di Garfagnana. The analysis of their historical fabric has highlighted a homogeneous system of internal areas with weak economics of a rural nature, which however insist on an environmental, landscape and historical-archaeological context of considerable value. The use of some of the most advanced technologies in the field of surveying for the digital documentation of architectural and archaeological heritage has allowed the CAD design of the medieval bridges of: Fabbriche di Vergemoli, Molazzana, Fiattone, Pontecosi, Castelnuovo, Castiglioni, Verrucose, Poggi and San Michele; of the church of Rocca Soraggio and the ruins of the ancient hospice of San Nicolao di Tea. The data was collected with the aim of enhancing and promoting the route, not only from the point of view of historical preservation, but also from that of future tourist use. To make this possible the University of Florence actively collaborates with F.C.I. (Italian Cycling Federation), firmly believing that the care of widespread cycling routes can make the most of the territory, also correctly responding to the current needs of environmental sustainability. In this sense, the proposal to recover ancient routes and medieval and sixteenth-century bridges is to be considered foundational: in fact, there is the possibility of bringing out an impressive number of architecturally important structures to cross and visit along the route. These would make it of
historical as well as morphological interest, activating on the territory the favorable conditions for development, economic growth and employment in the sectors of cultural tourism and related services.

If you look at the historic mountain centers within the peninsula, you will notice how they appear unchanged compared to the transformations that took place in the last century: the main subsistence activities, habits and uses of minor nuclei remained intact. And yet, if they were thriving trading centers before, today they are relegated to a negligible role: free from change and speed, but not from demographic breakdown and desertification. Redeveloping these places becomes a priority for those who live there and for the public sector, as heritage centers of historical, artistic, archaeological and environmental interest. In this perspective, the interest of the Department of Architecture of the University of Florence for the Lucchese territory has developed: within a specific agreement agreed between the Municipal Administration and the Architectural Design Department, the realization of a updated cognitive framework, of the territories of Garfagnana and Lunigiana. In this perspective the interest of the Department of Architecture of the University of Florence for the Lucchese territory has developed: the realization of an updated cognitive framework of the territories of the Garfagnana and Lunigiana, within a specific convention was designed agreed between the Municipal Administration and the Department of Architectural Design.

The study concerning the residential areas present seemed necessary for obtaining an overall view of the territory as well as for the documentation and enhancement of this. The first phase of the investigation was carried out in the belief that planning means first of all knowing. The next phase of the research involved digital documentation of the architectural and archaeological heritage and enabled the computerized restoration of medieval bridges.

Fig.5 - Three-dimensional point cloud of the survey of the Farabola canal in Viareggio.

PROJECT METHODOLOGY

The evolution of design techniques, from manual to photographic and then computerized reproduction, has kept the original objective constant: telling the stylistic features, the languages and the composition of the architecture, developing the purpose of an assiduous communication improvement. The work carried out in the field has, according to this view, provided for the application of three different methodologies: open air design, 3D Laser Scanner instrumentation, photogrammetry; implemented later by computerized post production. Drawing and geometry are the protagonists of the critical knowledge of the existing and of the design event in all its phases, in the same way that the survey is to be conceived as an open system, in constant transformation, research and documentary interpretation, as well as of critical reading of the investigated object. Using these three languages, drawing, geometry and surveying, accompanied by the most up-to-date methods and techniques, is fundamental to know, represent and communicate our heritage architectures. Using the Laser Scanner 3D instrumentation has allowed the acquisition of point clouds that can be returned graphically with a high level of precision: during the post-production phase the Cyclone program was used, for cloud registration and model operations, including the export to other software and the AutoCad program for reading and graphically returning 2D drawings. Photography, together with drawing, has become an indispensible tool for the immediate understanding of the material, formal and dimensional relationships between the architecture and the context in which they are located. The field photogrammetry technique was used to obtain, through post production with Photoscan program, a high level of detail in restoring bridges and the church of Rocca Soraggio.
In July 2018, a research agreement was initiated between the Consorzio di Bonifica Toscana Nord1, an authority that manages a large portion of territory including the areas of Versilia, and the Department of Architecture of the University of Florence, aimed at experimenting the use of digital survey systems for the documentation of the district and of the territory that every year requires great maintenance efforts.

The possibility of digitally recreating the network of waterways has generated interest from the reclamation organization and the potential was immediately proven on a first sample case: within a project still being developed, which involves the digitization of the banks of Lake Massaciuccoli, the digital survey of an important canal, the Farabola in Viareggio, was carried out, which collects the waters of the Viareggio plain, flowing into the Burlamacca canal, outlet to the sea of the same lake; in this case, the survey envisaged the definition of the section profiles of the watercourse to assess the state of conservation of the banks, to plan new maintenance works and possible land recharges.

A second research project started in November 2018 due to the interest of the Municipality of Forte dei Marmi, which is working to draw up a new Structural Plan. In terms of territorial planning, the municipality must in fact analyze the hydrogeological and flooding risk; to conduct such analyzes it is fundamental to be able to evaluate, on the basis of a punctual and reliable survey, the behavior of the watercourses within the municipal district, most of which fall within the Consortium’s area of responsibility. For these reasons, the digital documentation project of the channels connected to the Fiumetto river was started, with the aim of providing the regulator with the necessary tools to evaluate and simulate the flooding maps necessary to draw up the Structural Plan.

The present contribution aims to show briefly the development of these projects trying to analyze and verify the possibility of using well-established...
technologies in the architectural field at environmental and territorial level. In both projects the need to know the territory leads to obtaining a final product that consists of general plans on which points are identified, which are useful for the hydraulic calculation or the design of engineering works, to be described with vertical sections.

SURVEY METHODOLOGY

The digital survey of the water networks required the development of an acquisition methodology that would guarantee accuracy and reliability on the architectural scale: in spite of the fact that the linear measuring meters to be carried out belonged to the scale of territorial representation[6], the need to investigate the sections of the watercourse, both for planning purposes and for documentation purposes, requires centimetric reliability; and this is important not so much as regards its spatial location in the XY plane but above all as regards the height altitude, of fundamental hydraulic interest. To allow measurements to be read with a coordinate system useful for hydraulic calculation it was therefore necessary to evaluate the height of the points at the sea level, describing the sections: therefore it was necessary to geo-reference the three-dimensional survey with GPS instrumentation. Furthermore, the need[7] to provide a description of the area around the watercourse, not limiting the analysis to the design of its basin, led to the use of massive acquisition instruments such as the laser scanner; the need for punctual analysis on the basin profile, of which a section every maximum 50 meters had to be extracted[8], has also allowed the use of long-range laser scanners, the same that are used in architectural and urban settings. However, the laser scanner survey is not sufficient to describe the entire geometry of the canal: the data below the water, which is present in almost all the streams although the surveys have started in a dry period, cannot be measured by the infrared sensor; the problem was solved with the support of the total station, measuring the submerged points with the pole. This has also provided the possibility of realizing, simultaneously with the laser survey, traverses, which has further improved the reliability of the acquired data[9]. In summary, the survey of the area was carried out by integrating three different types of acquisition: geo-referenced points with GPS instrument, topographic and laser scanner survey.

For the simultaneous management of this information, it was essential to design a rapid and repeatable data registration method so as to enable the operation to be carried out quickly. Each of the three acquisition systems forms a point cloud in space; the interest in the project was to maintain the coordinates oriented according to the geographical reference system [ROMA40]: to maintain these coordinates it was therefore necessary first of all to find common points between this survey and one of the other acquisition systems[10]. The laser scanner survey was connected to the cloud of the total station; to be able to correctly translate the laser survey on the topographic base it was necessary to perform the acquisition operations of the two systems simultaneously[11]. It was planned to position a topographic station approximately every 50 meters, satisfying two conditions: first, the cross-sections to be measured along the waterway, which are about 50 meters apart from each other, could be easily executed by both the laser scanner and from the total station;

Fig. 7 - measurement of the bathymetry of the river with total station.
Fig. 8 - laser scanner survey of the mouth of the Fiumetto river: it was used a Z+F Imager 5016.
Fig. 9 - laser scanner survey of a river: in this case it was used a Z+F Imager 5006H laser scanner.
secondly, this allowed us to verify the reliability of the survey: having very dense topographic stations made it possible to verify every 4, 5 laser scanner stations that the registration of point clouds followed the traverse trend.

The research project has planned to detect areas characterized by the presence of thick vegetation which, although cut near the river bed and the banks of the watercourses, has greatly influenced the data acquisition and registration choices. It is worthwhile to spend two words to summarize the problem of registration on green areas to understand some choices in the survey design. The need for careful monitoring of laser scanner registration data is a debated topic of research. the difficulty of understanding the precision of the registration through the numerical alignment values expressed by the software, has led to the drawing up of operating protocols that allow to check the cloud misalignment by measuring it directly on the sections. The development of laser instruments and, at the same time, of the software that manages the data, has determined a rapid change of the registration systems: the realization of instruments with a measurement speed that today reaches 2 million points per second has speeded up the point cloud acquisition times, allowing a station to be set up in just 2/3 minutes, on the other hand it caused an increase in data density. For these reasons the registration methods have been converted by the use of high reflectance targets, which can be identified at high distances precisely because scans were performed with a large step, using cloud constraint, which are based on millions of points.

The laser scanner survey of an arboreal element, consisting of a set of elements of modest section, whether they be leaves or twigs, therefore presents multiple edge surfaces, and therefore is particularly subject to digital noise phenomena: each edge of each thread-like element causes uncertainty in the assignment of spatial coordinates. It is therefore evident that the registration of green areas causes considerable difficulties, and the reason why it is not advisable to base it only on the superposition of the acquired points; the simultaneous use of the total station has thus made it possible to use the cloud-to-cloud registration on relatively short lengths, spacing out a topographic station every 4 scans, not allowing the clouds to deviate excessively; the comparison with the topographic survey has finally provided the deviation values of the targets between those of the stations and those measured by the laser giving comforting results, not finding deviations greater than one centimeter.

It is worth dwelling on the problems of digital restitution: the need to provide the geo-referenced coordinated hydraulic engineers to insert the data of the sections into the calculation programs forced to change the traditional approach to the management of laser scanner clouds through the...
The digital survey for landscape knowledge: the Garfagnana case studies for tourism development and the Versilia case study for hydraulic analysis.

The extraction of ortho-images from the sections[12]. To keep all the information the point cloud was opened directly on Autocad[13], so as to navigate it in 3D on a geographical reference system. To extract the sections, slices of the cloud were cut directly from Autocad; the points acquired by laser scanners were verified with those taken by the total station, which formed 3D polylines useful for defining the sections. Once the sections of the water courses were completed and the design of the relative infrastructures (bridges, crossings, burials) a three-dimensional cad work space was obtained in which the numerous sections trace the course of the watercourses.

Regarding the practical purposes of hydraulic engineers, the definition of the section is not strictly linked to the design of its lines, but a set of points defined by coordinates that follow the conventions of hydraulic representation: for this reason each section was primarily designed as a 3D polyline in CAD and then its coordinates (N; E; h) were exported to a text file ready to be inserted in the hydraulic software. The design of the infrastructures instead was realized in .dwg format. The modeling of the sections and crossings allowed to simulate the flooding of the land, using the LIDAR survey of the Tuscan region as a basis for the surrounding area, from which significant differences emerged with respect to the precise laser and topographic survey, especially due to the presence of high vegetation at the time of aerial survey. The research in this sense can be developed in an attempt to directly use the three-dimensional data provided by the clouds of points to be inserted in the hydraulic simulation programs in such a way as to be able to compute the real geometry of the river in each point: the hydraulic calculations that the survey presented here follows, in fact they are based on simplified geometries, using the same section for 50 meters, when instead above all in the most urban areas, where houses and terraces invade the basin or where consolidation interventions [such as cliffs] strongly reduce the section, we have very different sections in a few meters. Exploiting the real geometry of the whole model would lead to much more accurate analyzes [14].

Fig. 13 - Stages of processing the survey data. (from top left) General point cloud of a river in Autocad; axonometric section of a canal; view in orthogonal projection of the section to be drawn; export of the coordinates of the 3D polylines that describe the sections.

Fig. 14 - Final Autocad drawing of the sections.
NOTES


REFERENCES


Il rilievo digitale per la conoscenza del territorio: i casi studio della Garfagnana, per lo sviluppo turistico e della Versilia per l’analisi idraulica

INTRODUZIONE

Il paesaggio è una tematica estremamente interdisciplinare, che si compone di aspetti estetici, fisici, geografici, antropologici ed infine economici ma anche normativi, e sulla complessità di approcci si basa la constatazione che la rappresentazione digitale del paesaggio di fatto rientra in ogni ambito e che la sua fruizione tramite il supporto dei media digitali necessita di un importante approfondimento. Le frontiere della rappresentazione e della comunicazione digitale sembrano poter estendersi oltre gli orizzonti conosciuti e praticati dai disegnatori del paesaggio come acutamente sottolinea Luigini nel suo recente lavoro su “Paesaggio e rappresentazione digitale” affermando che Il paesaggio nell’epoca della comunicazione pervasiva e digitale può essere documentato, comunicato e fruibile in innumerevoli modalità: “la rappresentazione grafica digitale assume un ruolo aumentativo delle possibilità d’uso – e in parte di significazione – sia in termini quantitativi che in termini qualitativi: infatti se è vero che la comunicazione digitale, ad ogni livello di complessità, aumenta la possibilità di incontro tra un utente e il contenuto che l’utente cerca, è vero anche che nell’atto della fruizione può crescere sensibilmente la profondità dell’esperienza cognitiva. Si configura così una accezione specifica e inedita di paesaggio, che del mezzo digitale si compone o nel cui mezzo è contenuto”[1]. Aldo Sestini definì il paesaggio come “la complessa combinazione di oggetti e fenomeni legati tra loro da mutui rapporti funzionali, oltre che da posizione, si da costituire un’unità organica”[2]; similmente si esprime il geografo Eugenio Turri sostenendo che “il paesaggio è legato soprattutto a chi lo osserva, a chi lo percepisce, a chi ne coglie il significato e lo utilizza”[3]. Concezione comune a tali ricerche è che tutto il territorio, per storia, valori culturali, identità sia da considerarsi un bene da tutelare. L’articolo 9 della Costituzione Italiana sancisce che: “La Repubblica promuove lo sviluppo della cultura e la ricerca scientifica e tecnica [cfr. artt. 33, 34]. Tutela il paesaggio e il patrimonio storico e artistico della Nazione”. A partire da queste concezioni risulta opportuno, anche nelle ricerche sul territorio, adottare un approccio complessivo, valutando oggi anche le dinamiche di impoverimento economico e demografico comuni ai diversi siti dotati di interessanti aspetti o caratterizzati da fenomeni di antica antropizzazione come i casi studio di seguito presentati, senza tralasciare, ma anzi valorizzando, il patrimonio naturalistico e culturale di cui sono unici detentori. Un progetto pilota in tale ambito, cui merita certamente accennare, è Arcipelago Italia, l’esposizione di Mario Cucinella per il Padiglione Italia alla sedicesima Mostra Internazionale di Architettura di Venezia: il progetto tocca
cinque territori italiani documentandoli al fine di comprendere i mutamenti nel tempo. Dall’esposizione emerge il disegno di una sorta di geografia umanistica in cui il territorio si trova intrinsecamente legato ai concetti di inclusione sociale, memoria collettiva, lavoro e rigenerazione. Il primo passo per intervenire su queste aree largamente diffusi sul territorio è documentarle e farle conoscere. Oggi la tecnologia ha ampliato il modo di far cultura: attraverso forme sempre nuove di comunicazione e l’utilizzazione delle strumentazioni digitali (la fotografia e le relative applicazioni, ma anche tutta la gamma di sensori attivi e passivi, montati anche su droni, che possono restituire modelli ad alta affidabilità) è possibile rispondere al fenomeno della marginalizzazione, rendendo noto il patrimonio culturale, storico e archeologico di queste aree, documentandolo prima di tutto ai fini della conservazione, ma anche rendendolo accessibile attraverso vari dispositivi su piattaforme online, network e website. Ritornando ai temi della rappresentazione un primo aspetto molto importante è connesso ai sistemi di rilevamento del contesto ambientale e paesaggistico che circonda e connette ogni contesto “costruito” . I sistemi comunemente usati per il rilevamento del sistema ambientale, comunemente chiamato verde, proprio per la loro connessione con i sistemi di architettonici o urbani, si concentranogeralmente su sistemi di rilevamento topografico o aerofotogrammetrici finalizzati alla documentazione dei posizionamento della unità vegetali all’interno di un determinato contesto. Il verde in genere appare come un simbolo grafico rappresentato da superficie di superficie che presenta un agglomerato vegetale, senza però che ne siano indicate caratteristiche o qualità quali tipologia delle essenze, volume e varianza nel contesto paesaggistico; inoltre dobbiamo riflettere sulle modalità di documentazione di essenze vive che si sviluppano con cicli stagionali con aspetti anche estremamente diversi nei vari periodi dell’anno, o fenomeni di crescita e invecchiamento legati al normale ciclo vitale delle piante. L’introduzione dei sistemi di rilevamento digitale in 3D, da postazione fissa o mobile, ha contribuito non poco alla documentazione dei sistemi complessi apportando un notevole contributo, oltre a quello già sufficientemente noto e studiato della documentazione degli aspetti morfologici e dimensionali, per quanto riguarda l’incremento delle possibilità d’uso sia in termini quantitativi che in termini qualitativi. Il presente lavoro si concentra esemplificativamente su alcune sperimentazioni che sono state effettuate nel campo del rilievo laser scanner di porzioni di territorio e ambienti aperti caratterizzati da spiccate qualità paesaggistiche. Nel quadro delle esperienze mature, per brevità di trattamento, si riportano nelle illustrazioni allegate ultteriori interessanti esperienze pregresse condotte dal nostro gruppo di lavoro: il rilievo dei percorsi di interesse paesaggistico e ambientale, in particolare modo il percorso che conduce al Santuario della Verna, e il rilievo di ambienti urbani come il centro storico di Firenze, il waterfront dell’isola di Tarato Vecchia e i comuni colpiti dal territorio dell’Aquila del 2009 [4].

LA DOCUMENTAZIONE DEI PONTI STORICI DELLA VIA DEL VOLTO SANTO

La Via del Volto Santo è un’antica variante della celeberrima via Francigena. Conduce lungo storiche mulattiere da Pontremoli a Lucca attraverso la Lunigiana interna e la Garfagnana, toccando borghi e luoghi di innegabile bellezza. Il percorso nasce come via di pellegrinaggio parallela alla principale, per accogliere i tanti viandanti che veneravano la statua-reliquario del Volto Santo, collocata nella Cattedrale di Lucca [5]. La valorizzazione della memoria storica di questo pellegrinaggio permette di conoscere tappe per tappe i luoghi che i viaggiatori erano soliti visitare e di individuare gli ospedali, o più spesso i resti di questi, dove si riposavano. Il progetto di ricerca promosso dall’Università di Firenze interessa il territorio compreso tra il letto del fiume Serchio e dei suoi affluenti, nei Comuni di Fabbriche di Vergemoli, Gallicano, Molazzana, Pontecosi, Castelnuovo, Castiglioni, Verrucolo, Poggi e San Michele; della chiesa di Rocca Soraggio e dei ruderi dell’antico ospitale di San Niccolao di Tea. I dati sono stati raccolti con l’intento di valorizzare e promuovere il percorso, non solo dal punto di vista della salvaguardia storica, ma anche da quello della futura fruizione turistica. Per rendere possibile ciò l’Università di Firenze collabora attivamente con F.C.I. (Federazione Ciclistica Italiana), nella convinzione che la cura delle quantità di strutture di rilevanza architettonica da attraversare e visitare lungo il percorso. Questo renderebbe di interesse storico oltre che morfologico, attivando sul territorio le condizioni favorevoli allo sviluppo, alla crescita economica e all’occupazione nei settori del turismo culturale e dei servizi ad esso collegati. Se si guardano i centri storici montani interni alla penisola, si nota come essi appaiano immutati rispetto alle trasformazioni avvenute nell’ultimo secolo: le principali attività di sussistenza erano da ritenere indispensabili: la coltivazione del fiore sia nella stagione primaverile che in estate, la lavorazione del legname del castagno; per il trasporto del legname e del fiore esistevano le forche e le torce. Le uniche trasformazioni hanno riguardato il sistema di distribuzione del fiore e del legname, che si è presentato nel periodo del dominio romano e del dominio medievale. In particolare, il sistema che era stato tradizionalmente composto da una rete di strade che portavano il fiore e il legname dai centri coltivatori ai centri coltivatori, è stato sostituito da un sistema che ha riguardato il trasporto del fiore e del legname da un centro coltivatore ad un centro consumo. Ciò ha portato a una diminuzione del numero di strade che portavano il fiore e il legname dai centri coltivatori ai centri coltivatori, e a una crescita del numero di strade che portavano i prodotti a destinazione, compresi i prodotti destinati all’esterno del paese. Il sistema di distribuzione del fiore e del legname ha subito variazioni nel corso del tempo, ma il sistema di distribuzione dei prodotti è rimasto pressappoco lo stesso. Il sistema di distribuzione dei prodotti ha riguardato il trasporto del fiore e del legname da un centro coltivatore ad un centro consumo, e ha riguardato anche il trasporto del fiore e del legname da un centro coltivatore ad un centro consumo. Ciò ha portato a una diminuzione del numero di strade che portavano il fiore e il legname dai centri coltivatori ai centri coltivatori, e a una crescita del numero di strade che portavano i prodotti a destinazione, compresi i prodotti destinati all’esterno del paese. Il sistema di distribuzione dei prodotti ha subito variazioni nel corso del tempo, ma il sistema di distribuzione dei prodotti è rimasto pressappoco lo stesso. Il sistema di distribuzione dei prodotti ha riguardato il trasporto del fiore e del legname da un centro coltivatore ad un centro consumo, e ha riguardato anche il trasporto del fiore e del legname da un centro coltivatore ad un centro consumo. Ciò ha portato a una diminuzione del numero di strade che portavano il fiore e il legname dai centri coltivatori ai centri coltivatori, e a una crescita del numero di strade che portavano i prodotti a destinazione, compresi i prodotti destinati all’esterno del paese. Il sistema di distribuzione dei prodotti ha subito variazioni nel corso del tempo, ma il sistema di distribuzione dei prodotti è rimasto pressappoco lo stesso.
bientale. In quest’ottica si è acceso l’interesse del Dipartimento di Architettura dell’Università di Firenze per il territorio Lucchese: all’interno di una specifica convenzione concordata tra l’Amministrazione Comunale e il Dipartimento di Progettazione Architettonica si è promossa la realizzazione di un prospetto conoscitivo aggior-nato, dei territori della Garfagnana e della Lunigiana. Lo studio relativo ai nuclei abitativi presenti è sembrato necessario per l’ottenimen-to di una visione complessiva del territorio oltre che per la documentazione e valorizzazione di questo. La prima fase di indagine è stata svolta nella convinzione che progettare significi in-nanzitutto conoscere. La fase successiva della ricerca ha previsto la documentazione digitale del patrimonio architettonico ed archeologico e ha consentito la restituzione computerizzata dei ponti medievali.

METODOLOGIE DI PROGETTO

L’evoluzione delle tecniche di disegno, dalla ri-produzione manuale a quella fotografica e poi computerizzata, ha mantenuto costante l’obiet-tivo originario: raccontare gli stilemi, i linguaggi e la composizione dell’architettura, sviluppando il proposito di un assiduo miglioramento comu-nicativo. Il lavoro svolto sul campo ha, secondo questa ottica, previsto l’applicazione di tre diverso-metodologie: il disegno dal vivo, la strumen-tazione Laser Scanner 3D, la fotogrammetria; implementate successivamente dalla post produzione computerizzata.

Il disegno e la geometria sono i protagonisti del-la conoscenza critica dell’esistente e della ma-nifestazione progettuale in tutte le sue fasi, allo stesso modo in cui il rilievo è da concepirsi quale sistema aperto, e in costante trasformazione, di ricerca e interpretazione documentaria, nonché di lettura critica dell’oggetto indagato. Utilizzare questi tre linguaggi, disegno, geometria e rilievo, accompagnati dalle metodologie e dalle tecniche più aggiornate, è fondamentale per conoscere, rappresentare e comunicare le architetture nostro patrimonio. Servirsi della strumentazione Laser Scanner 3D ha permesso l’acquisizione di nuvole di punti restituibili graficamente con un alto li-vello precisione: durante la fase di post produ-zione sono stati adoperati il programma Cyclone, per la registrazione delle nuvole e le operazioni sul modello, tra cui l’esportazione verso altri sof-ware e il programma AutoCad per la lettura e la restituzione grafica degli elaborati planimetrici e di prospetto. La fotografia, insieme al disegno, si è reso strumento indispensabile alla comprensione immediata delle relazioni matematiche, formali e di-mensionali tra le architetture ed il contesto in cui trovano locazione. Si è impiegata la tecnica della fotogrammetria sul campo per poter ottenere, tramite post produzione con programma Photo-scan, un elevato livello di dettaglio nella restitu-zione dei ponti e della chiesa di Rocca Soraggio.

IL RILIEVO DIGITALE DEL TERRITORIO DI BONI-FICA VERSILIESE

A luglio 2018 è iniziato un accordo di ricerca tra il Consorzio di Bonifica Toscana Nord1, ente che gestisce una grande porzione di territorio compren-dendo al suo interno le aree della Versilia, e il Dipartimento di Architettura dell’Università di Firenze volto a sperimentare l’utilizzo dei sistemi di rilevamento digitale per la documentazione del comprensorio comunale, la maggior parte del territorio che ogni anno richiede grandi sforzi di manutenzione. La possibilità di ricreare digitalmente la rete dei corsi d’acqua nella sua interezza ha generato inte-resse dell’ente di bonifica ed è stata subito provata le potenzialità su un primo caso campione: all’in-terno di un progetto ancora in fase di elaborazio-ne, che prevede la digitalizzazione degli argini del Lago di Massaciuccoli, è stato realizzato il rilievo di un importante canale, il fosso Farabola a Viareggio, il quale raccoglie le acque della pianu-ra viareggina, confluen-do nel canale Burlamacca, sbocco a mare dello stesso lago; il rilievo prevede-va in questo caso l’estrazione dei profili di sezione del corso d’acqua per valutare lo stato di conser-vazione degli argini, per progettare nuove opere di manutenzione e eventuali ricarichi di terreno. Un secondo progetto di ricerca è iniziato a No-vembre 2018 per interesse del Comune di Forte dei Marmi, che si sta operando per la redazione di un nuovo Piano Strutturale. In ottica della pia-nificazione territoriale il comune deve infatti ana-lizzare il rischio idrogeologico e di allagamenti; per condurre tali analisi è fondamentale poter va-lutare sulla base di un rilievo puntuale ed affida-bile il comportamento dei corsi d’acqua all’inter-no del comprensorio comunale, la maggior parte dei quali rientra nel territorio di responsabilità del Consorzio di Bonifica. Per tali motivi è stato avviato il progetto di documentazione digitale dei canali afferrati al fiume Fiumetto, con la finalità di fornire all’ente regolatore gli strumenti neces-sari per valutare e simulare le mappe di allagamen-to necessarie a redigere il Piano Strutturale. Il presente contributo si prefigge di mostrare bre-vemente lo svolgimento di tali progetti cercando di analizzare e verificare la possibilità di utilizzo di tecnologie ben consolidate nel campo architettonico a livello ambientale e territoriale. In entrambi i progetti l’esigenza di conoscere il ter-ritorio porta ad ottenere un prodotto finale che si compone degli elaborati grafici tradizionali di rilievo, ovvero planimetrie generali su cui si van-no ad individuare i punti, utili al calcolo idraulico o alla progettazione delle opere di ingegneria, da descrivere con sezioni verticali.

METODOLOGIE DI RILIEVO

Il rilievo digitale delle reti idriche di competenza del consorzio di bonifica ha previsto la messa a punto di una metodologia di acquisizione che ne garantisce la precisione e l’affidabilità alla scala architettonica. Nonostante i metri lineari di misura zione del territorio si attenessero alla scala di rappresentazione territoriale [6]; la necessità di investigare le sezioni del corso d’acqua, sia con finalità progettuali sia con finalità di documentazione, richiede affidabilità centimetriche, non tanto per quanto riguarda la sua collocazione spaziale nel piano XY ma soprattutto per quanto attiene la quota di elevazione, di fondamentale interesse idraulico. Per consentire la lettura delle misurazioni rispetto

http://disegnarecon.univaq.it
Il rilievo digitalizzato per la conoscenza del territorio: i casi studio della Garfagnana per lo sviluppo turistico e della Versilia per l’analisi idraulica.

La necessità inoltre di fare la descrizione dell'interno del corso d'acqua [7], non limitandosi al disegno del suo bacino, ha portato ad utilizzare strumentazioni di acquisizione massiva come il laser scanner; l'esigenza di analisi puntuali sul profilo del bacino, di cui si è dovuto estrarre una sezione ogni massimo 50 metri [8], ha inoltre permesso l’utilizzo di laser scanner long-range, gli stessi che sono utilizzati in ambito architettonico e urbano.

Il rilievo laser scanner però non è sufficiente a descrivere la totalità della geometria del corso d'acqua: il dato al di sotto dell'acqua, che è presente in quasi tutti i torrenti nonostante i rilievi siano iniziati in un periodo di secca, non può essere misurato dal sensore ad infrarosso; si è risolto il problema con il supporto della stazione totale, cancellando con la palina i punti sommersi. Questo ha inoltre permesso la possibilità di realizzare, contemporaneamente al rilievo laser, poligonali delle aree di rilievo, cosa che ha ulteriormente migliorato l'affidabilità dei dati acquisiti [9].

In sintesi il rilievo del comprensorio ha visto integrare tre differenti tipologie di acquisizione: punti georeferenziati con strumento GPS, poligonali topografiche e rilievo laser scanner.

Per la gestione simultanea di queste informazioni è stato indispensabile progettare un metodo di registro dei dati rapido e ripetibile in modo da consentire in fase di acquisizione di operare in maniera speditiva. Ognuno dei tre sistemi di acquisizione forma maniera speditiva.

Il rilievo laser scanner è stato a sua volta registrato con la nuvola della stazione totale; per poter correttamente traslare il rilievo laser sulla base topografica è stato necessario eseguire le operazioni di acquisizione dei due sistemi contemporaneamente [11]. È stato previsto di posizionare una stazione topografica ogni 50 metri circa; al termine di queste azioni si è verificato che la precisione del rilievo laser sull’acqua sia vissuta come soddisfacente, consentendo di realizzare una stazione in soli 2/3 del tempo necessario con la stazione totale [12]. Per mantenere tali coordinate è stato previsto di posizionare una stazione topografica ogni 50 metri circa [11]. È stato previsto di posizionare una stazione topografica ogni 50 metri circa; al termine di queste azioni si è verificato che la precisione del rilievo laser sull’acqua sia vissuta come soddisfacente, consentendo di realizzare una stazione in soli 2/3 del tempo necessario con la stazione totale [12].

Per consentire in fase di acquisizione di operare in maniera speditiva, è stato previsto di posizionare una stazione topografica ogni 50 metri circa; al termine di queste azioni si è verificato che la precisione del rilievo laser sull’acqua sia vissuta come soddisfacente, consentendo di realizzare una stazione in soli 2/3 del tempo necessario con la stazione totale [12].

La necessità di rilevare punti georeferenziati con strumento GPS, poligonali topografiche e rilievo laser scanner è stato quindi necessario in primis trovare punti comuni tra questo rilievo e uno degli altri sistemi di acquisizione [10]. Il rilievo laser scanner è stato a sua volta registrato con la nuvola della stazione totale; per poter correttamente traslare il rilievo laser sulla base topografica è stato necessario eseguire le operazioni di acquisizione dei due sistemi contemporaneamente [11]. È stato previsto di posizionare una stazione topografica ogni 50 metri circa; al termine di queste azioni si è verificato che la precisione del rilievo laser sull’acqua sia vissuta come soddisfacente, consentendo di realizzare una stazione in soli 2/3 del tempo necessario con la stazione totale [12]. Per mantenere tali coordinate è stato previsto di posizionare una stazione topografica ogni 50 metri circa [11]. È stato previsto di posizionare una stazione topografica ogni 50 metri circa; al termine di queste azioni si è verificato che la precisione del rilievo laser sull’acqua sia vissuta come soddisfacente, consentendo di realizzare una stazione in soli 2/3 del tempo necessario con la stazione totale [12].

Per consentire in fase di acquisizione di operare in maniera speditiva, è stato previsto di posizionare una stazione topografica ogni 50 metri circa; al termine di queste azioni si è verificato che la precisione del rilievo laser sull’acqua sia vissuta come soddisfacente, consentendo di realizzare una stazione in soli 2/3 del tempo necessario con la stazione totale [12]. Per mantenere tali coordinate è stato previsto di posizionare una stazione topografica ogni 50 metri circa [11]. È stato previsto di posizionare una stazione topografica ogni 50 metri circa; al termine di queste azioni si è verificato che la precisione del rilievo laser sull’acqua sia vissuta come soddisfacente, consentendo di realizzare una stazione in soli 2/3 del tempo necessario con la stazione totale [12].
Il rilievo digitale per la conoscenza del territorio: i casi studio della Garfagnana per lo sviluppo turistico e della Versilia per l’analisi idraulica.

[1] Luigini, A. (2018). Geografie virtuali e geografia numerica. Paramagonia digitali nella rappresentazione del paesaggio. In F. Bianconi, & M. Filippucci (Eds.), Il prossimo paesaggio: insiemi di punti definiti da coordinate che seguono le convenzioni della rappresentazione idraulica: per questo motivo ogni sezione è stata in primis disegnata come polilinea 3D in CAD e successivamente sono state esportate le sue coordinate (N,E,E) in un file di testo pronto ad essere inserito nel software. Il disegno delle opere d’arte invece è stato utilizzato in formato .dwg. La modellazione delle sezioni e degli attraversamenti ha consentito di simulare gli allagamenti del terreno, utilizzando come base per il territorio circostante il rilievo LIDAR della regione toscana, da cui sono emersi notevoli differenze rispetto al puntuale rilievo laser e topografico, specialmente dovuti alla presenza di alta vegetazione nel momento del rilievo aereo, che andandosi a sommare alle relative imprecisioni in quota (decisamente maggiori rispetto al rilievo topografico) ha comportato notevoli migliorie. La ricerca in questo senso può essere sviluppata nel tentativo di utilizzare direttamente il dato tridimensionale fornito dalle nuvole di punti da inserire nei programmi di simulazione idraulica in modo tale da poter computare in ogni punto la reale geometria del corso d’acqua: i calcoli idraulici che seguono il rilievo una presentato infatti si basano su geometrie semplificate, utilizzando per 50 metri la stesa sezione, quando invece soprattutto nelle zone più inurbate, dove le abitazioni e i terrazzamenti invadono il bacino o dove interventi di consolidamento (come le scogliere) ne riducono fortemente la sezione, abbiamo sezioni molto differenti in pochi metri. Sfruttare la reale geometria di tutto il modello potrebbe condurre ad analisi nettamente più accurate [14].