



REGIONE
LAZIO



CANTALUPO
IN SABINA

C RAPPRESENTARE ANTALUPO

documentazione
conoscenza
valorizzazione



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA
DIPARTIMENTO DI STORIA DISEGNO
E RESTAURO DELL'ARCHITETTURA



Edizioni Quasar

Rappresentare Cantalupo

documentazione, conoscenza, valorizzazione

a cura di
Graziano Mario Valenti
Flavia Camagni





CONSIGLIO
REGIONALE
DEL LAZIO

La pubblicazione si è avvalsa dei "contributi economici a sostegno di iniziative idonee a valorizzare sul piano culturale, sportivo, sociale ed economico la collettività regionale, da realizzarsi nel periodo compreso tra il 10 agosto 2021 e il 31 ottobre 2021" messi a disposizione dal CONSIGLIO REGIONALE DEL LAZIO

© Roma 2022, Autori e Edizioni Quasar di S. Tognon srl

eISBN 978-88-5491-328-8

Ristampa
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Anno
2018 2019 2020 2021 **2022** 2023 2024 2025

Edizioni Quasar di S. Tognon srl
via Ajaccio 41-43, 00198 Roma
HYPERLINK "<http://www.edizioniquasar.it>"
www.edizioniquasar.it

Indice

Contributi introduttivi

L'accordo di collaborazione scientifica verso il comune di Cantalupo in Sabina <i>Laura Carnevali, Graziano Mario Valenti</i>	07
Prefazione <i>Paolo Rinalduzzi</i>	11
Prefazione <i>Eleonora Farneti</i>	13
Il "Progetto Cantalupo" come buona pratica di cooperazione orizzontale <i>Carlo Bianchini</i>	15
Dottorato di Ricerca in Storia, disegno e restauro dell'architettura e attività di Alta Formazione <i>Emanuela Chiavoni</i>	19
Il curriculum Disegno del Dottorato di Storia, disegno e restauro dell'architettura <i>Elena Ippoliti</i>	23

Ambiti formativi

- Il Modello - Dal soggetto alla nuvola alla rappresentazione 27
Marco Carpicci, Fabio Lanfranchi, Michele Russo
- Esperienze prospettiche a Cantalupo 31
Marco Fasolo, Laura Carlevaris
- Modelli digitali come strumento integrato di conoscenza 35
Carlo Inglese, Alfonso Ippolito
- Rappresentare, comunicare, valorizzare il Patrimonio Culturale.
Il caso dei borghi d'Italia 39
Andrea Casale, Leonardo Paris

Contributi di ricerca

- La rappresentazione territoriale di Cantalupo,
dalla cartografia storica agli attuali Open Data 43
Alessandro Martinelli, Lorenzo Tarquini
- Aspetti funzionali-percettivi della riconoscibilità
e della fruibilità del borgo: mappe mentali 53
Adriana Caldarone
- Caratteri distintivi del borgo di Cantalupo:
colore, dettagli, tessiture 65
Federico Rebecchini, Tian Tian Fan
- Il borgo ed il suo gemello digitale.
Acquisizione e modellazione 75
Marika Griffò
- Rilievo, conservazione e valorizzazione delle facciate architettoniche 87
Sofia Menconero
- Acquisizione e valorizzazione del patrimonio culturale:
la chiesa di Sant'Adamo 99
Flavia Camagni

Analisi, lettura e rappresentazione del paesaggio <i>Sara Colaceci</i>	111
La comunicazione visiva del borgo di Cantalupo: riflessioni, esempi <i>Thea Pedone</i>	125
Dal bene culturale al patrimonio immateriale. L'evoluzione del concetto di patrimonio culturale <i>Noemi Tomasella</i>	141
Workshop	
Digital twins: modelli digitali tridimensionali Fabio Lanfranchi	147
Modelli per la valorizzazione del patrimonio culturale <i>Jessica Romor, Marta Salvatore, Talin Talin</i>	149
Disegnare per conoscere il borgo di Cantalupo <i>Emanuela Chiavoni</i>	151
Comunicazione visiva e valorizzazione culturale <i>Andrea Casale, Elena Ippoliti, Leonardo Paris</i>	153
Installazioni	
Giocare sul Disegno: anamorfosi a piazza Garibaldi <i>Leonardo Baglioni</i>	155
Illusioni contemporanee. Principi classici per una realtà aumentata tangibile <i>Michela Ceracchi</i>	159
<i>Rappresentare Cantalupo. Allestimento espositivo</i> <i>Flavia Camagni, Graziano Mario Valenti</i>	173
Bibliografia	179

Rappresentare Cantalupo: documentazione conoscenza e valorizzazione

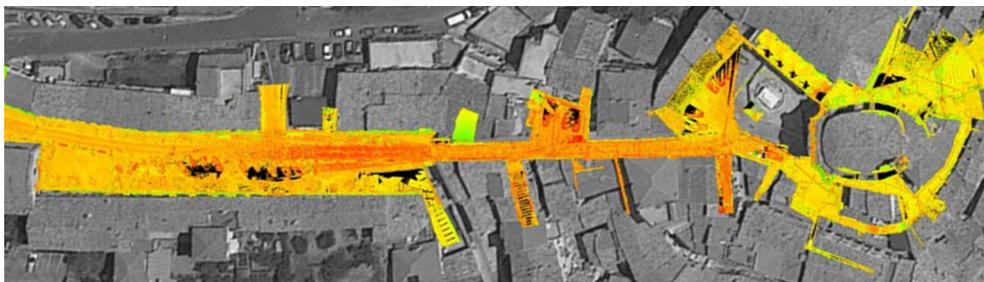
Il borgo ed il suo gemello digitale. Acquisizione e modellazione

Marika Griffo

Abstract

Il contributo intende presentare le metodologie impiegate ed i risultati conseguiti in merito all'operazione di documentazione, alla scala urbana, del borgo di Cantalupo mediante sistemi di acquisizione massiva basati su tecnologia *LIDAR*. L'obiettivo è quello di valutare quali siano le potenzialità di questa specifica tipologia di dato acquisito e quali siano gli usi dei modelli digitali 2D e 3D prodotti nel settore scientifico disciplinare del disegno e della rappresentazione. In aggiunta, il contributo mira ad innescare una riflessione sull'utilizzo di tali modelli come strumento di comunicazione e divulgazione del patrimonio culturale costruito dalla scala territoriale a quella architettonica.

Keyword: acquisizione massiva LIDAR, modelli 2D/3D, nuvole di punti



Introduzione

Sul borgo di Cantalupo in Sabina, l'acquisizione 3D ed il processo di generazione di modelli 2D e 3D che ne deriva è stata oggetto di studio e di sperimentazione per i dottorandi del XXXII ciclo del Dottorato di Storia, disegno e restauro dell'architettura, curriculum Disegno, di Sapienza Università di Roma¹.

Nel 2017 è stata condotta una campagna di rilevamento mediante laser scanner volta a registrare le caratteristiche morfologiche e dimensionali dell'intero borgo per catturarne quei valori ambientali e di relazione legati, in qualche modo, alla componente metrica. Ciò ha permesso di esplorare il contesto urbano di riferimento indagando, ad esempio, il rapporto spaziale tra pieni e vuoti, la compressione e decompressione degli spazi, l'andamento della densità architettonica, l'orografia del borgo rispetto al contesto e la relazione spaziale tra quest'ultimo ed il suo territorio.

Con questi obiettivi in mente, le operazioni sono state condotte individuando gli assi urbani principali e muovendosi lungo di essi per sperimentare le diverse combinazioni possibili tra la lettura oggettiva, affidata a metodologie di rilevamento basate su un processo scientifico, e lettura soggettiva, data dall'interpretazione del dato attraverso gli occhi dell'architetto. Questo connubio, gestito integrando diversi strumenti e metodi, porta alla realizzazione di modelli digitali come strumento di pensiero e di analisi prima ancora che di rappresentazione.

¹ Tutte le attività di acquisizione dati ed i modelli 2D e 3D illustrati nell'articolo sono il risultato delle sperimentazioni condotte nel primo anno oltre che dall'autrice da Adriana Caldarone, Valeria Caniglia, Francesca Guadagnoli e Sofia Menconero nel contesto delle attività dell'Ambito 1 e dell'Ambito 3.

Metodologia: dal progetto di rilievo all'elaborazione dei dati

La programmazione delle attività di acquisizione dei dati si appoggia sull'impostazione di un progetto di rilievo utile a mettere a fuoco le complessità morfologiche del borgo da tenere in considerazione, l'accessibilità degli spazi e la strategia migliore di acquisizione in termini di adeguata copertura del rilievo e adeguata risoluzione del dato acquisito.



Il progetto di rilievo è stato impostato considerando l'utilizzo combinato di due laser scanner 3D² (fig.1) per ottenere una copertura globale della spina principale del borgo, da piazza Garibaldi, passando per corso del popolo fino a piazza Camuccini,

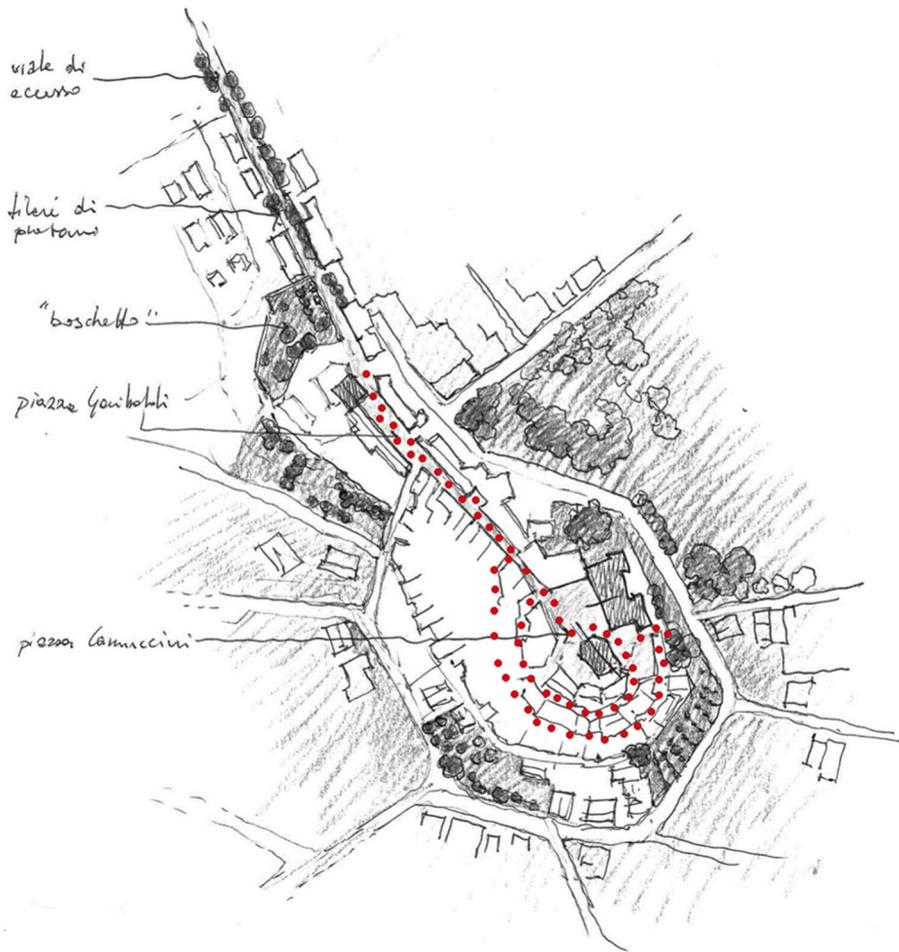
Fig. 1 Laser scanner 3D a Cantalupo in Sabina.

2 I due laser scanner impiegati sono Leica ScanStation C10 e Faro CAM2 Focus s 70.

ed i primi tre anelli concentrici che da piazza Camuccini si allargano verso la vallata (fig.2).

Il risultato delle operazioni di acquisizione sul campo mediante laser scanner è una nuvola di punti. Questo dato 3D esprime le proprietà morfologiche, dimensionali e, generalmente, cromatiche. La nuvola di punti fa riferimento ad una terna di assi cartesiani, ogni sua unità minima, il punto, è collocato tridimensionalmente relativamente ad essa. La percezione della tridimensionalità dell'oggetto dipende dalla condivisione dei punti di un unico sistema di riferimento, se ciò avviene tra due o più nuvole di punti, esse si definiscono allineate.

In aggiunta ai tre indicatori di posizione, al punto può essere associato il dato colore mediante un'altra terna di valori esplicativi del dato RGB. Il dato RGB è sempre presente in modelli numerici derivati da processi Structure from Motion (SfM) mentre per le acquisizioni mediante Laser scanner 3D, se presente, è applicato al punto in fase di processamento. L'acquisizione mediante Laser scanner 3D associa ad ogni punto anche un valore di intensità: la riflettanza (fig.3). Tale valore è indicativo della risposta del materiale alla sollecitazione del laser ed è il derivato di una serie di fattori quali il materiale dell'oggetto, l'umidità della sua superficie e il suo stato di conservazione. Per quanto non sia possibile identificare una corrispondenza biunivoca tra il valore di intensità ed il fenomeno che esso rappresenta, la lettura del dato di riflettanza può diventare significativa in associazione ad altri parametri. In aggiunta, le nuvole di punti provenienti da acquisizione dati laser scanner contengono informazioni legate alla topologia dell'oggetto e relative al rapporto interno/esterno espresse mediante il valore della normale al punto. Questo parametro determina in ambiente digitale il comportamento dell'oggetto rispetto all'illuminazione della scena e permette di controllare la trasformazione da nuvola di punti a superficie mantenendo invariate le caratteristiche topologiche.



Queste informazioni sono contenute nella nuvola di punti in sé e sono il primo prodotto derivato dalla fase di acquisizione dati. Nel momento in cui la nuvola di punti viene letta come strumento di analisi ed interpretazione, diviene modello, il significato che l'osservatore e lo specialista dà ai punti ed alla loro collocazione spaziale è sufficiente a definire questo passaggio fondamentale nel processo di conoscenza.

Per l'acquisizione scanner del borgo sono state realizzate un totale di 64 scansioni con una risoluzione media della nuvola di punti di circa 1 punto ogni 2 cm.

Fig. 2 Progetto di acquisizione mediante laser scanner 3D.

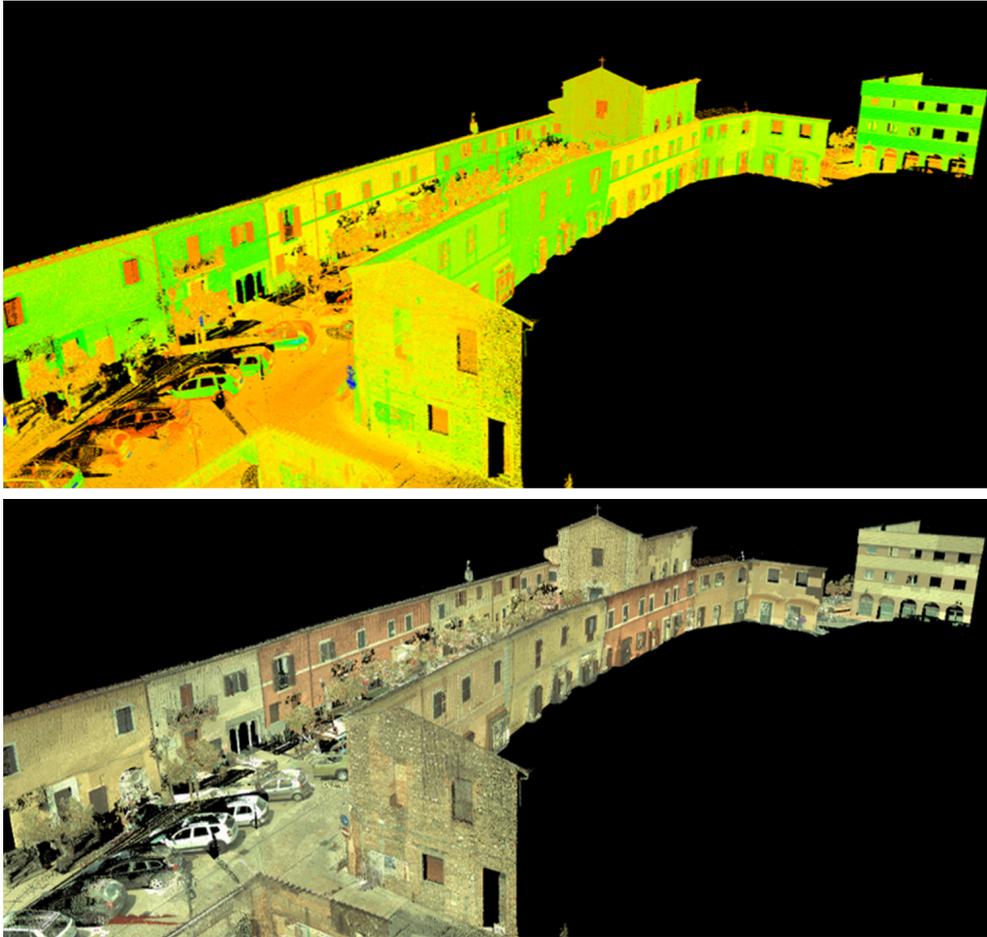


Fig. 3 Visualizzazione 3D della nuvola di punti. In alto, visualizzazione del valore di riflettanza in falsi colori; in basso, visualizzazione del dato RGB.

Tale consistente quantità di dati è stata successivamente elaborata per produrre un'unica nuvola di punti generale di supporto alle operazioni di modellazione 2D e 3D (fig.4).

I modelli 2D e 3D prodotti

A partire dalla nuvola di punti generale, la fase successiva di elaborazione ha riguardato il processo interpretativo del dato finalizzato ad una lettura tematica del borgo per la sua rappresentazione consapevole. Le immagini ortografiche estratte direttamente dalla nuvola di punti lungo l'asse principale hanno permesso

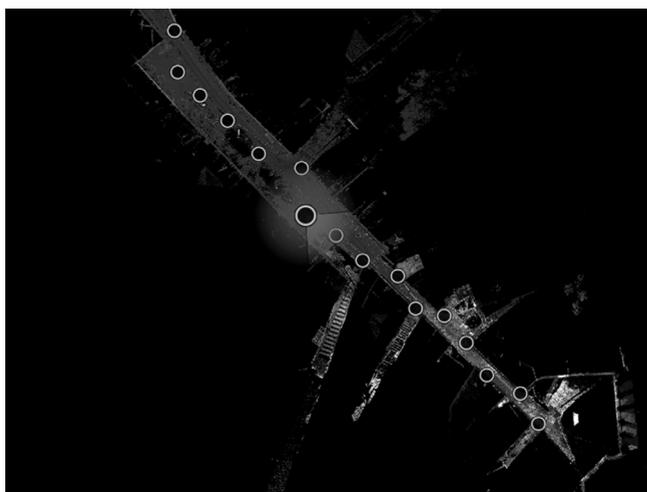


Fig. 4 In alto, copertura generale delle acquisizioni scanner 3D realizzate; in basso, visualizzazione della panoramica fotografica acquisita da scansione laser.



di leggere in maniera immediata l'andamento del suolo e di rapportarlo ai fabbricati su di esso prospicienti (fig.5). Questo tipo di elaborato fornisce un'immagine del borgo che appare, per certi versi, molto distante da una rappresentazione dai caratteri percettivi del luogo, il cannocchiale visivo che da piazza Garibaldi guida lo sguardo dell'osservatore immediatamente verso la piazza Camuccini e la sua chiesa, viene qui completamente annullato, lasciando spazio ad una rappresentazione corale del borgo priva di una chiara gerarchia percettiva. D'altro canto, invece, la mappatura della nuvola di punti con il dato RGB,

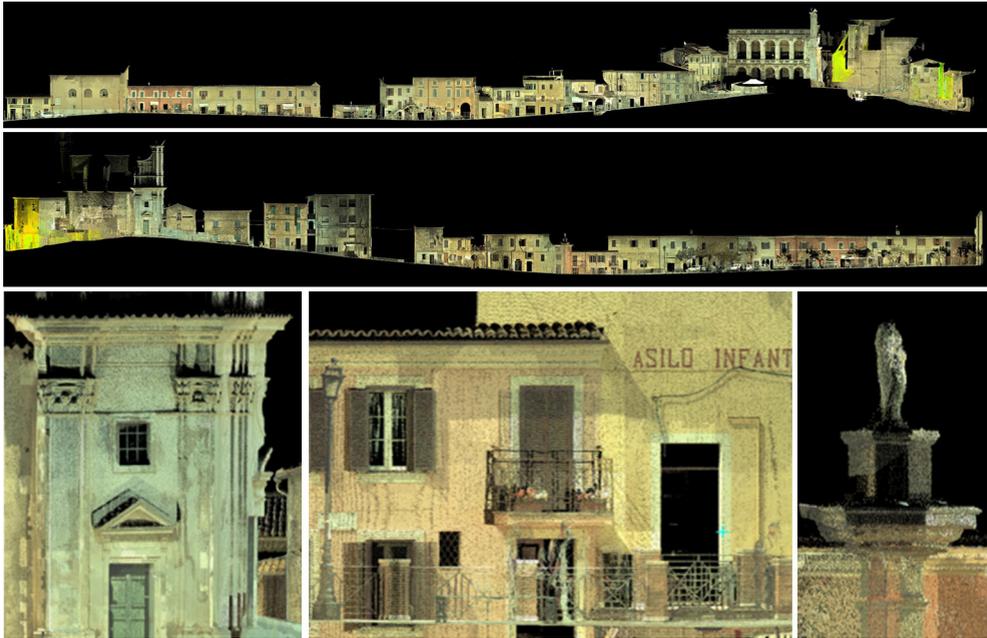


Fig. 5 Prospetto est (in alto) e prospetto ovest (al centro) lungo l'asse principale, da piazza Garibaldi, proseguendo su corso del popolo fino a piazza Camuccini. Proiezione ortografica con visualizzazione RGB della nuvola di punti. In basso, stralci della nuvola di punti.

restituisce il carattere cromatico dei prospetti supportando quindi, la loro immediata riconoscibilità.

La successiva restituzione grafica dei prospetti, ossia l'elaborazione di modelli 2D vettoriali, ha permesso, invece, la lettura di quei caratteri prettamente architettonici che caratterizzano il borgo alla scala urbana (fig.6).

Oltre ai modelli 2D, la fase interpretativa del processo conoscitivo ha previsto la realizzazione di un modello 3D volumetrico realizzato per sperimentare procedure di *Visual Programming Language* (VPL) utile alla definizione della forma a partire da una sequenza di operazioni computazionali (fig. 7). Questo approccio alla modellazione consente di rendere esplicita e sempre ripercorribile l'intera procedura di genesi della forma. Il vantaggio, in questo caso, è di poter applicare la stessa sequenza di operazioni a set di dati uguali per tipo ma, ad esempio, disponibili per territori e centri urbani distinti. In questo caso, sono stati utilizzati, come dati input di partenza gli open data



messi a disposizione forniti dalla Regione Lazio inerenti l'orografia del suolo, l'altezza degli edifici e la loro localizzazione (fig.8). Questo approccio alla modellazione ha permesso, in una fase successiva di analisi dei modelli, di confrontare i dati morfometrici acquisiti mediante laser scanner con quelli elaborati mediante modello 3D a partire da open data (fig.9, fig.10).

Sulla base dei modelli 2D e 3D realizzati è stato possibile osservare Cantalupo in Sabina cogliendone, in maniera congiunta, tanto gli aspetti più tecnici legati alla consistenza fisica e dimensionale del borgo, che gli aspetti più ibridi, tra percezione ed oggettività, legati ai differenti prodotti del rilievo.

I dati raccolti nel 2017 hanno costituito un importante base di riferimento per successive indagini del borgo basate prevalentemente sull'utilizzo combinato delle nuvole di punti derivate dall'acquisizione di tipo massivo mediante laser scanner con altre tipologie di dato provenienti da altre metodologie di rilievo. Ne è un esempio la combinazione delle nuvole di punti generate da laser scanner sia con quelle provenienti da processi fotogrammetrici di *Structure from Motion* e *Image Matching* che con quelle derivate dall'acquisizione di tipo topografico mediante stazione totale. L'integrazione e l'analisi comparata delle diverse

Fig. 6 Prospetto ovest. Restituzione 2D da nuvola di punti.

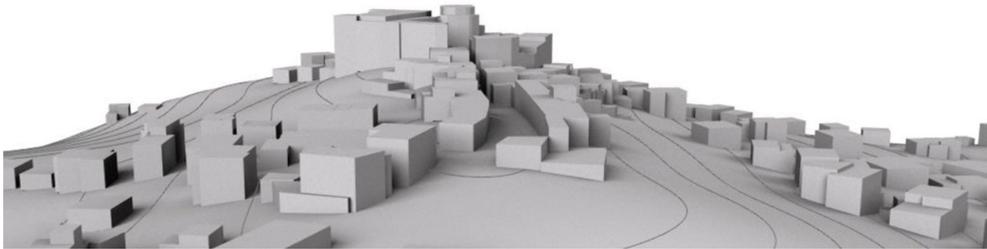
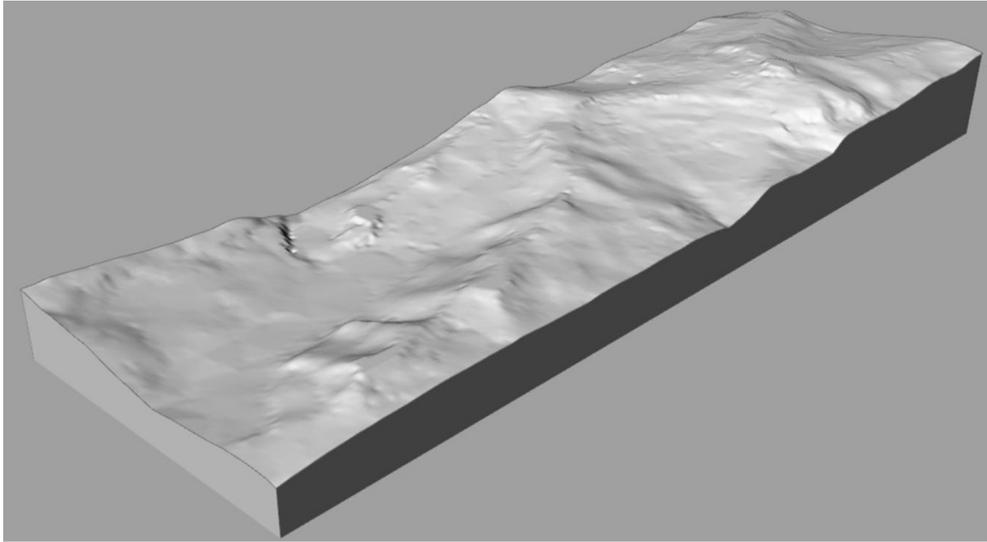
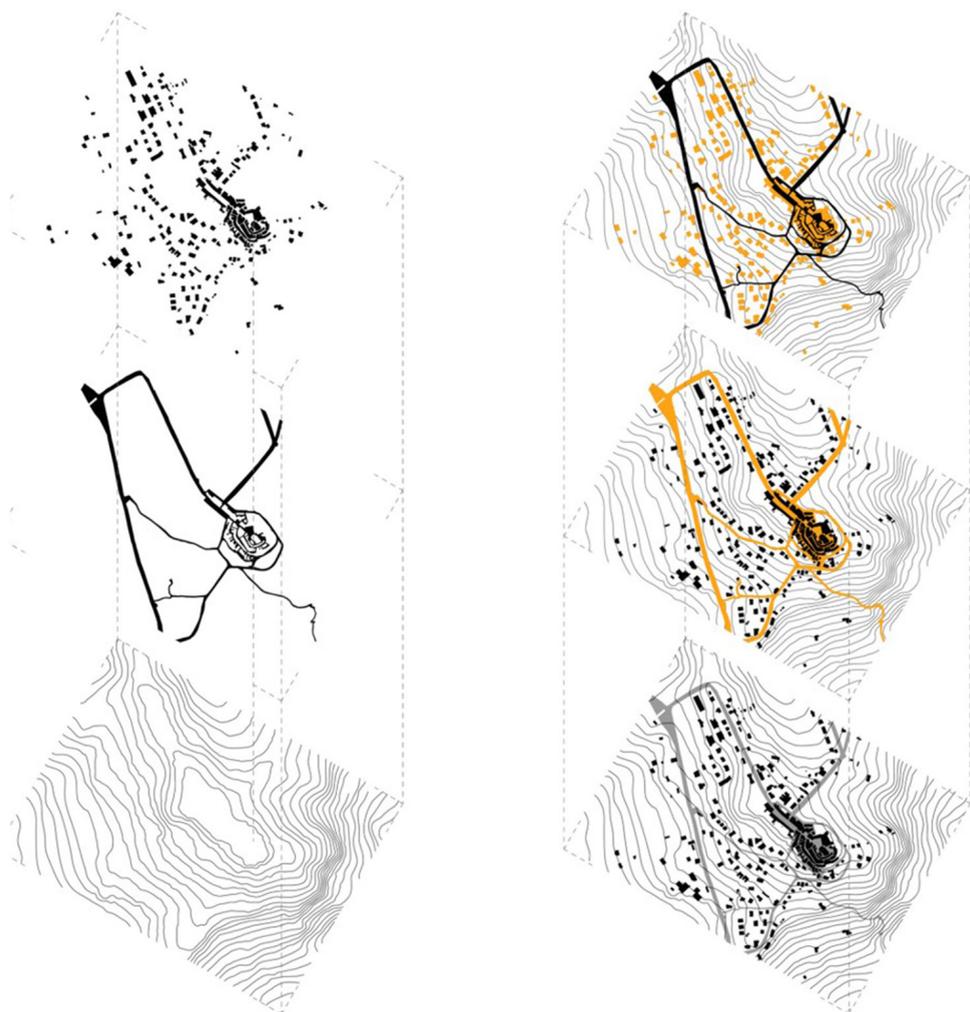


Fig. 7 Visualizzazione del modello 3D da open data.

tipologie di nuvole di punti e dei modelli da loro derivati ha permesso di studiare Cantalupo in Sabina con diversi livelli di approfondimento, avendo a disposizione una base dati multiscalare, in cui la quantità di dato disponibile fosse sempre proporzionale alla tipologia di indagine da condurre.

Conclusione

L'intero processo metodologico fin qui delineato ha permesso di focalizzare l'attenzione sulla versatilità d'impiego di diverse metodologie di rilievo ai fini della conoscenza. In questo senso, anche la stessa fruizione digitale, in un ambiente 3D, della nuvola di punti permette un'esplorazione dello spazio ben



lontana dai caratteri percettivi immediatamente sperimentabili sul posto. Questa duplice funzione del rilievo mediante strategie di acquisizione massiva è, quindi, da una parte strumento di indagine scientificamente ripercorribile e verificabile e, dall'altra, si configura come osservatorio privilegiato del borgo. Infine, il percorso conoscitivo impostato alla scala urbana di Cantalupo in Sabina si è dimostrato un valido prototipo per lo studio dei borghi e la comunicazione dei loro caratteri.

Fig. 8 Schematizzazione degli open data disponibili: il tessuto urbano edificato, il tessuto connettivo stradale, l'orografia del suolo.

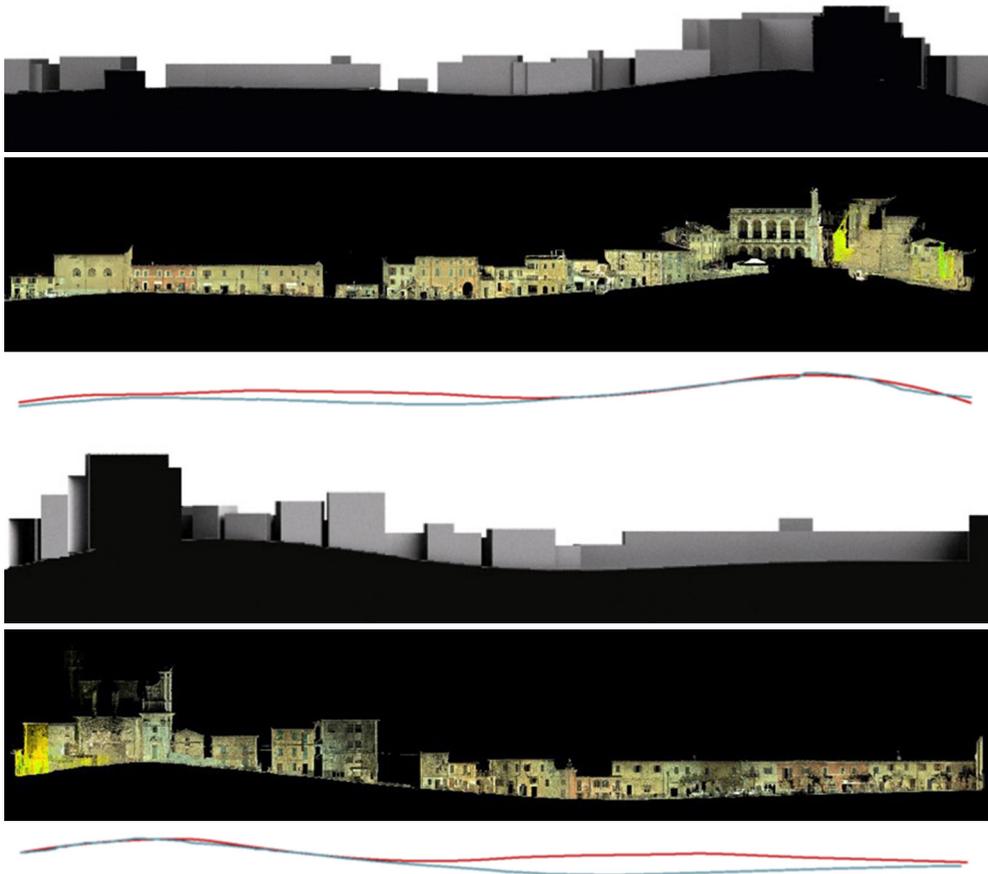


Fig. 9 Prospetto est lungo l'asse principale, da piazza Garibaldi fino a piazza Camuccini. Confronto tra nuvola di punti e modello 3D da open data.

Fig. 10 Prospetto ovest lungo l'asse principale, da piazza Garibaldi fino a piazza Camuccini. Confronto tra nuvola di punti e modello 3D da open data.

Ringraziamenti

Tutte le attività di acquisizione dati descritte ed i modelli 2D e 3D qui illustrati sono il risultato delle sperimentazioni condotte nell'ambito del XXXII ciclo di dottorato del DSDRA della Sapienza Università di Roma, curriculum disegno. Nello specifico, tali attività sono state programmate nell'ambito dei Ambito 1 (Proff. Laura Carnevali, Marco Carpiceci, Fabio Lanfranchi, Maria Martone, Michele Russo) e Ambito 3 (Proff.: Emanuela Chiavoni, Carlo Bianchini, Carlo Inglese, Alfonso Ippolito, Luca Ribichini) e condotte, oltre all'autore, da Adriana Caldarone, Valeria Caniglia, Francesca Guadagnoli e Sofia Menconero.