

Riassunto Tesi Di Laurea in Remote sensing

Candidato: Antonio Propato

Relatore: Prof. Piero Boccardo

Correlatore: Prof. Stefano Paolo Corgnati

Sessione di laurea: marzo 2023

“Utilizzo di dati ad alta risoluzione a supporto del Piano di Protezione Civile e del Sistema Informativo Territoriale: il caso studio del comune di Livorno Ferraris”

1. Introduzione

I consistenti avanzamenti relativi alle piattaforme HW e SW e la disponibilità di sensori di osservazione della terra, con caratteristiche di risoluzione geometrica e spettrale capaci di acquisire dati sempre più precisi e accurati, hanno consentito di approcciare problemi legati al territorio prima inesplorati. Lo scopo di questa tesi è comprendere il supporto che può essere fornito dall'impiego di un dataset ad alta risoluzione (Figura 1) nelle analisi territoriali e nella pianificazione delle emergenze, causate da rischi naturali e antropici.

Le elaborazioni svolte nel caso studio di Livorno Ferraris (VC) hanno evidenziato l'utilità della costruzione di un modello 3D e dell'utilizzo di una nuvola di punti per aggiornare il SIT comunale e l'obsoleto piano di protezione civile comunale vigente.

Numero di immagini	563
Ricoprimento longitudinale	>90%
Risoluzione al suolo	4.04 cm/pix
Altitudine di volo	598 m
Area di copertura	9.66 km ²
Stazioni di ripresa	563

Figura 1: Il dataset a disposizione

2. Metodologia operativa

La fase di rilievo ha riguardato la progettazione ed esecuzione degli appoggi in campo, la redazione e compilazione delle schede monografiche, l'individuazione di un certo numero di

punti di appoggio (GCP – Ground Control Points) e di altrettanti punti di verifica (CP - Check-Points), ricavati da un'ortofoto di Livorno Ferraris (GSD di 10 cm). Il dataset è stato processato attraverso dei software di Structure from Motion per costruire un benchmark e in seguito validato acquisendo punti RTK (Real-time kinematic positioning) geo-referenziati tramite rete GNSS (Sistema Satellitare di Navigazione Globale). Dal dataset di immagini allineato e ottimizzato, con annessa calibrazione della fotocamera, è stata creata la nuvola densa di punti, in seguito classificata con un algoritmo semi-automatico per associare i punti agli elementi della realtà rilevata (Figura 2). I parametri di input per la classificazione sono stati definiti sulla base dei criteri riportati nei manuali dei software e modificati iterativamente in base alla bontà dei risultati ottenuti dalla classificazione. A queste fasi segue quella di validazione dell'algoritmo, svolta correggendo manualmente gli errori di classificazione riscontrati, ad esempio nell'area industriale del comune in cui parte degli stabilimenti erano stati classificati come terreno (Figura 3).

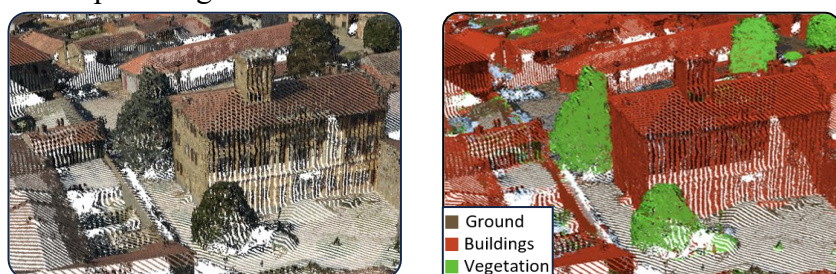


Figura 2: a) La nuvola di punti ottenuta; b) classificazione automatica dei punti su più classi.

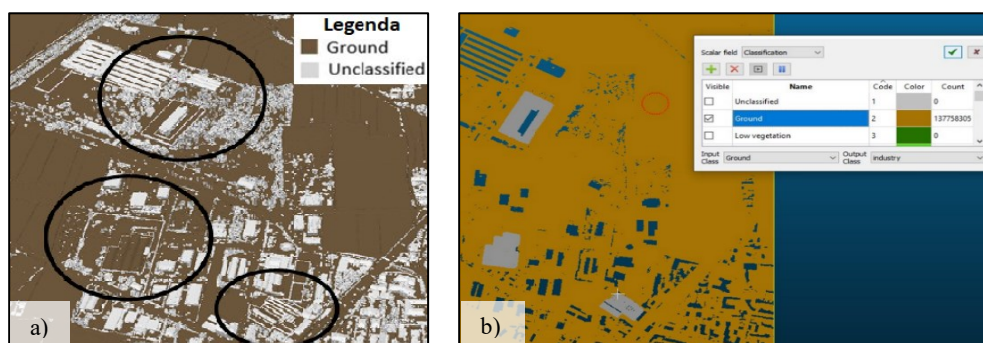


Figura 3: a) Gli errori di classificazione; b) La classificazione manuale dei punti su Cloud Compare.

Dalla nuvola di punti sono stati generati il DTM e il DSM a precisione centimetrica, l'ortofoto e, collegando i punti della nuvola, un modello di superfici (mesh o rete) che descrive precisamente la forma delle architetture rilevate. Applicando poi alla mesh un contenuto in colore fotorealistico e ricavato dalle immagini acquisite (texture), si è ottenuto il modello 3D.

3. Aggiornamento del SIT e del Piano di Protezione Civile

Nel SIT comunale è possibile importare l'ortofoto ad alta risoluzione per effettuare misurazioni degli oggetti e delle strade, facilitando la pianificazione della fase di emergenza (Figura 4).



Figura 4: L'ortofoto generata e l'import nel SIT comunale.

Inoltre, dalla nuvola di punti classificata è possibile estrarre delle feature 3D, che potranno essere gestite facilmente su GIS dall'ufficio tecnico, interrogando ed editando gli elementi ottenuti (Figura 5) ed estrarre e associare la differenza tra DSM e DTM all'edificato, ottenendo uno shape file che riporta per ogni edificio l'altezza corrispondente.

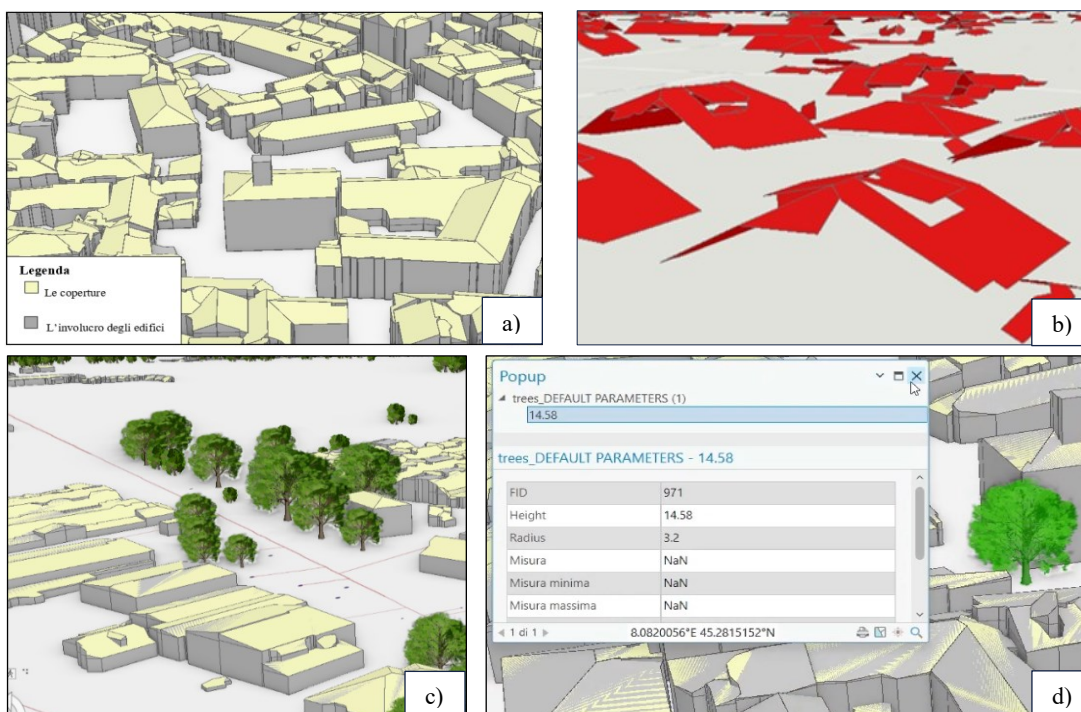


Figura 5. Rappresentazione di: a) edificato, b) coperture estratte; c) alberi, edificato, reti acquedottistiche e idranti; d) caratteristiche degli elementi editabili.

Dall'analisi condotta nel comune sono emersi 3 rischi principali: meteorologico, industriale e nucleare. A differenza di street view, che il più delle volte non è aggiornato su alcune porzioni di territorio, il modello 3D fornisce una visualizzazione in vera forma e grandezza, la cui utilità è stata dimostrata anche nelle attività di scelta dei mezzi da impiegare, prevenzione incendi e supporto ai disabili svolte dai vigili del fuoco. L'elevato dettaglio informativo a disposizione consente di pianificare efficientemente l'emergenza e di simulare degli scenari meteorologici, ad esempio analizzando gli effetti causati da una bomba d'acqua in un sottopasso (Figura 7). Inoltre,

assumendo Livorno Ferraris un ruolo nevralgico nel territorio per la presenza di edifici e aree adeguate a ospitare le persone e il bestiame a rischio, queste simulazioni sono fondamentali anche nella definizione degli scenari di rischio metereologico e radiologico coinvolgenti i centri limitrofi.



Figura 7: 3D model a) urbanizzato; b) il sottopasso (punto critico); c) simulazione idraulica nel sottopasso

Inoltre, sezionando la nuvola di punti è possibile conoscere le caratteristiche stradali (Figura 8).

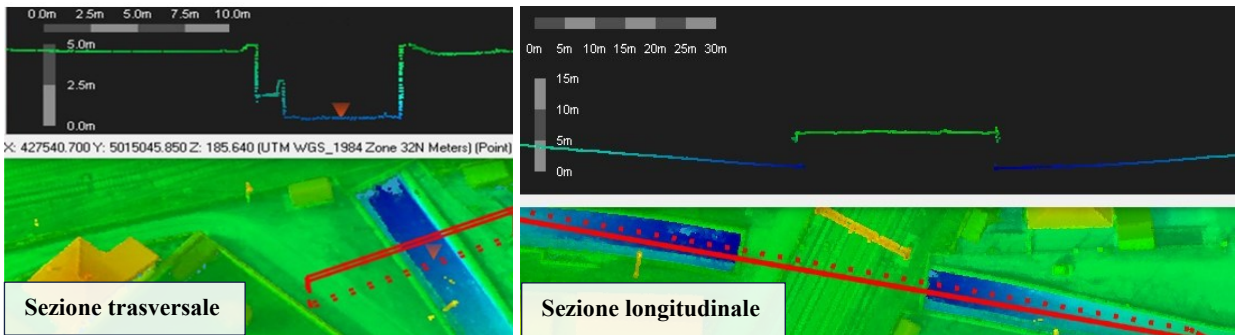


Figura 8: Sezione trasversale e longitudinale del sottopasso.

Dall'elaborazione dei dati ad alta risoluzione, dall'analisi della distribuzione di popolazione su strade ed edifici e dalla conoscenza dei servizi tecnologici, è possibile pianificare la fase di emergenza, definendo i percorsi, le risorse e le aree di emergenza (Figura 9 e Figura 10).

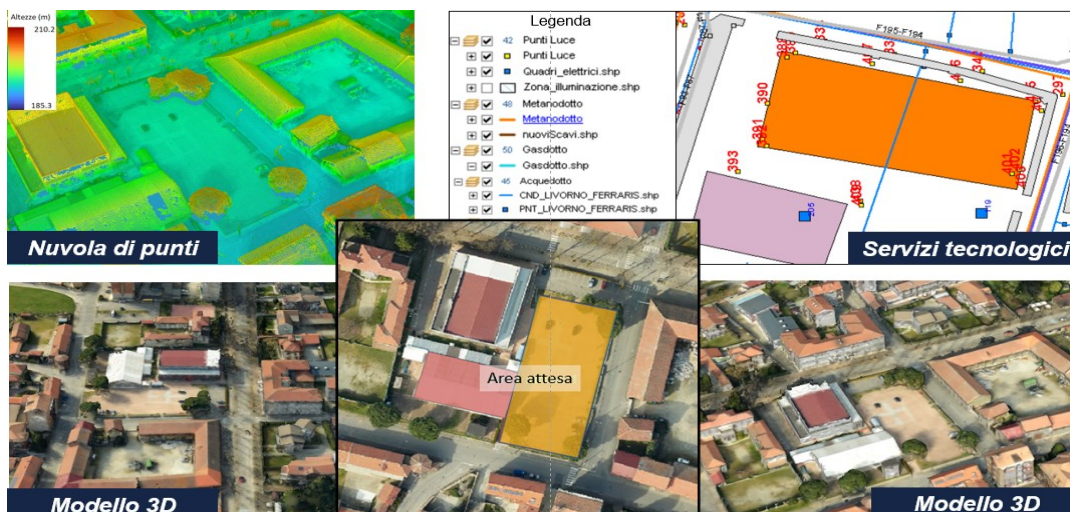


Figura 9: L'area di attesa della popolazione Piazza Possis

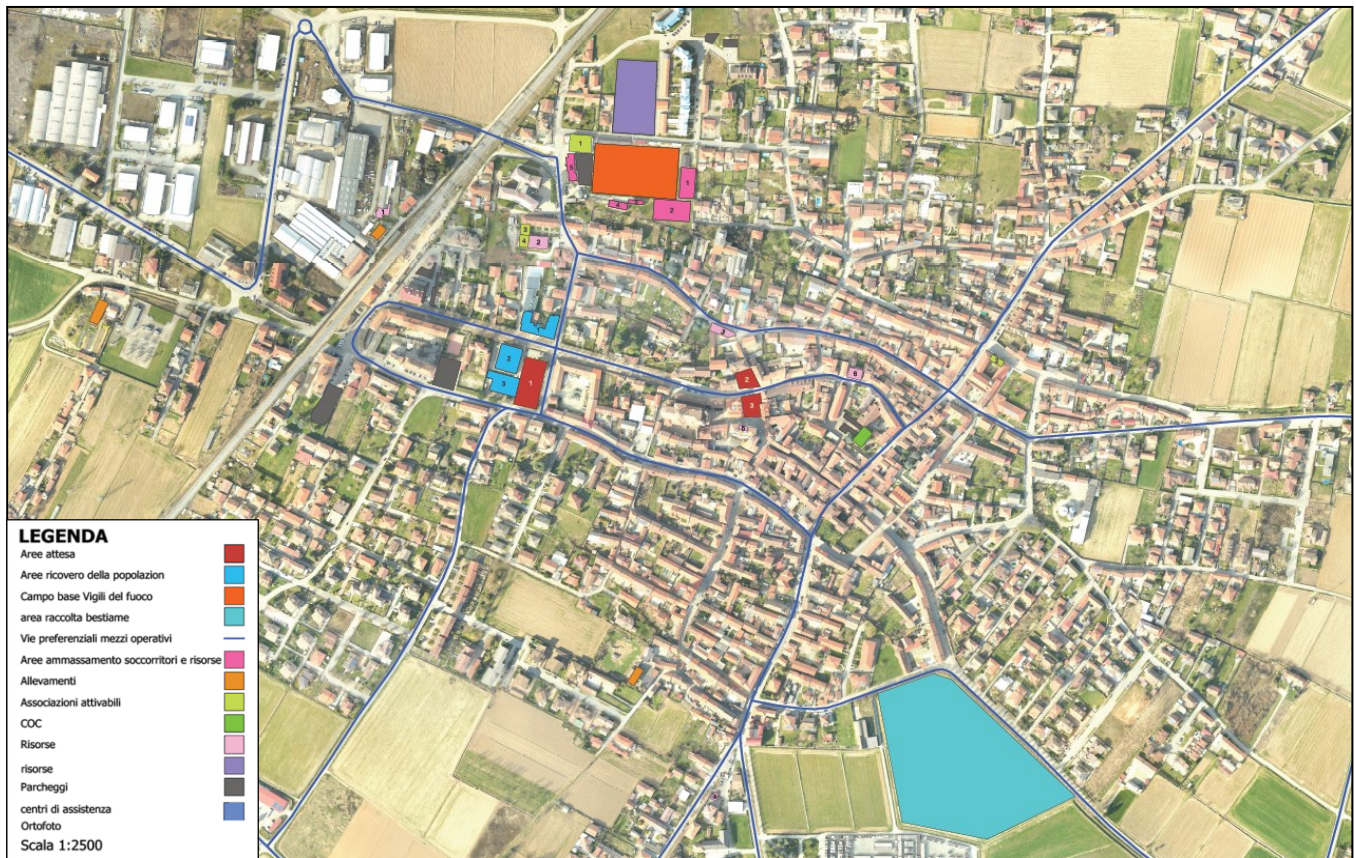


Figura 10: Fase di emergenza

4. Conclusioni e sviluppi futuri

In questo lavoro di tesi è stata dimostrata l'interoperabilità assunta dai dati ad alta risoluzione e dal modello 3D nella gestione di un comune, per implementare il SIT e proporre un aggiornamento al piano di protezione civile vigente, attraverso l'individuazione delle aree di emergenza e la precisa definizione delle fasi di gestione delle calamità, con mappatura delle aree, delle risorse e dei percorsi da seguire.

I risultati ottenuti con i diversi software sono stati confrontati per verificarne l'applicabilità ai contesti analizzati. Le fasi di calibrazione e validazione della metodologia operativa dimostrano che l'approccio fornisce dei risultati coerenti per il comune oggetto di analisi e che la procedura è impiegabile anche in altri casi studio.

Gli strumenti a disposizione per il processing di dataset ad alta risoluzione, che sono costituiti da una grande quantità di dati e di informazioni a un livello di dettaglio elevato, dovranno però essere resi più facilmente gestibili in futuro, ad esempio attraverso delle piattaforme di visualizzazione e di gestione dei modelli tridimensionali più efficienti.

L'intenzione del comune è continuare a lavorare sui risultati conseguiti in questa tesi per poter adottare un nuovo Piano di protezione civile, andando ad approfondire ulteriormente l'utilità dei dati ad alta risoluzione in un tirocinio post laurea. Inoltre, sarà fondamentale informare e condividere alla popolazione le aree da raggiungere e i percorsi da seguire in emergenza, per evitare che tutto sia vanificato.