

Dissertazione finale del Master in Geomatica A.A. 2022/2023

09 Febbraio 2024

Dott. Giuliano Ambrosetti

Il castello di Sarteano: un modello 3D per la conservazione e promozione turistica

sede di stage: Centro di GeoTecnologie dell'Università di Siena (San Giovanni Valdarno - AR)

Questo lavoro si propone la produzione di un modello 3D, georeferenziato e in scala, del Castello di Sarteano (SI) attraverso l'elaborazione di dati provenienti da rilievo fotogrammetrico con drone e da rilievo LIDAR terrestre. I dati sono stati inquadrati in un sistema di riferimento assoluto mediante l'utilizzo di GNSS e stazione totale.

Il rilievo presso la struttura è stato eseguito in quattro diversi momenti. In una prima fase, in occasione dell'esercitazione pratica del corso di drone, durante lo svolgimento del master, sono state prese le coordinate di 11 punti a terra (sistema di riferimento RDN2008 UTM32N) con strumentazione GNSS ed è stato fatto il rilievo fotogrammetrico con foto nadirali e oblique dell'esterno del castello mediante l'utilizzo di un drone. In un secondo momento, questa volta in occasione dell'esercitazione del corso di LIDAR, rilevati due punti GNSS, uno sul piazzale e l'altro sulla terrazza situata sulla sommità del castello, si è proceduto all'inquadramento con stazione totale delle scansioni delle stanze dell'ultimo piano. Il laser scanner Trimble utilizzato ha però rivelato la difficoltà operativa nel procedere al rilevamento di tutti gli spazi interni del castello.

Si è quindi presentata la possibilità di procedere con un laser scanner Matterport, più leggero e di più agile e veloce utilizzo, e in una terza giornata, con l'esecuzione di più di 130 scansioni, si è potuto completare il rilevamento di tutti i locali (ad eccezione di quelli al piano terra e della scala a chiocciola interna che li collega con l'ultimo piano) e della scala principale. Gli spazi esclusi risultavano troppo angusti e molto "rumorosi". Si è quindi deciso di dedicare un'ultima giornata alla risoluzione di questo problema, provando tre diverse tecnologie: un laser scanner di tipo slam, un drone per spazi interni con Lidar e il laser scanner di serie dell'iPhone 13. Mentre il primo ha prodotto i risultati migliori per i locali al piano terra, l'ultimo si è rivelato lo strumento più efficace nel caso della scala a chiocciola.

I dati raccolti in queste occasioni sono stati infine processati e riuniti per l'elaborazione e la messa a disposizione su una pagina web, attraverso la piattaforma Potree, per la fruizione e la conservazione del castello di Sarteano.

Dott. Giulio Donati Sarti

Acquisizione ed elaborazione fotogrammetrica di dati multispettrali e termici - valutazione del contenuto d'acqua nel suolo in ambiente agricolo

sede di stage: Centro di GeoTecnologie dell'Università di Siena (San Giovanni Valdarno - AR)

Questo progetto propone un'analisi della correlazione tra dati multispettrali e termici elaborati con tecniche fotogrammetriche e il contenuto d'acqua nel suolo, focalizzandosi su due siti pilota con colture orticole e viticole. La ricerca si inserisce in un contesto cruciale, dove la gestione efficiente delle risorse idriche è fondamentale per la produzione agricola.

L'obiettivo principale è stato quello di verificare l'affidabilità e l'accuratezza delle elaborazioni fotogrammetriche, esaminando le variabili di temperatura, NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) e SAVI (Soil Adjusted Vegetation Index) in relazione al contenuto d'acqua nel suolo. Il progetto si è concentrato su tre fasi principali: (i) la pianificazione e l'acquisizione dei dati, (ii) l'elaborazione dei dati e la (iii) validazione dei risultati.

I risultati mostrano che i dati derivanti dall'elaborazione fotogrammetrica, effettuata sulle informazioni acquisite con la camera multispettrale, tendono ad essere in accordo con la percentuale di umidità presente nei campioni di suolo analizzati in laboratorio. I dati della camera termica hanno invece mostrato una correlazione inferiore, anche a causa della difficoltà nella fase di allineamento delle immagini.

Complessivamente, i risultati indicano che l'approccio fotogrammetrico, in particolare con l'utilizzo della camera multispettrale, fornisce stime affidabili del contenuto d'acqua nel suolo. Questo studio contribuisce alla comprensione delle potenzialità e delle sfide di queste tecniche nel monitoraggio agricolo. L'analisi approfondita e la validazione con dati di laboratorio e sensori a terra forniscono una base solida per futuri sviluppi e applicazioni pratiche nel monitoraggio e nella gestione del territorio.

Dott.ssa Stéphanie Lucatelli

Laser scanning e modellazione 3D per la valorizzazione del patrimonio archeologico: le Domus romane del Celio

sede di stage: Centro di ricerca DigiLab (Roma)

Il presente lavoro si pone come fase iniziale del progetto “ArcheoVerso”, nato dalla collaborazione tra il Centro di ricerca “DigiLab” dell’Università degli Studi di Roma La Sapienza e la cooperativa “Coopculture”, con l’obiettivo di creare ambienti di visita virtuali atti ad implementare le possibilità di fruizione di un sito archeologico. Il progetto pilota di “ArcheoVerso”, presentato in questa sede, è costituito dalle Domus Romane del Celio, straordinario contesto archeologico con continuità di vita dal I a.C. al IV d.C. subendo, nel corso dei secoli, numerose trasformazioni strutturali. Attraverso l’utilizzo di metodologie e tecniche integrate è stato realizzato in primis un rilievo con laser scanner e una battuta fotogrammetrica, ottenendo quindi un modello 3D metricamente accurato, sulla base del quale è stata realizzata la ricostruzione di alcune sale, per il momento, nelle due fasi principali pertinenti al II e al III secolo d.C.

Tale lavoro di modellazione ha previsto quindi non solo la fase di acquisizione ma, contestualmente, anche una lunga fase di studio del contesto che presenta una lettura stratigrafica alquanto complessa al fine di ottenere una restituzione storicamente e archeologicamente puntuale.

Dott.ssa Emanuela Patriarca

Elaborazione di Immagini Satellitari Planet per identificare i Danni da Bostrico: il Caso delle Foreste intorno Brunico

sede di stage: Eurac Research (Bolzano)

Negli ultimi anni, le foreste di abete rosso in Trentino-Alto Adige e Veneto hanno subito gravi danni a causa della diffusione senza precedenti del bostrico, un coleottero che ha proliferato grazie all'abbondante disponibilità di alberi abbattuti durante la tempesta Vaia del 2018. Quest'insetto, scavando gallerie nella corteccia degli abeti, porta l'albero attraverso diverti stadi, dallo stress idrico fino alla morte. Le attività di monitoraggio per contrastare la diffusione del bostrico e mitigarne gli effetti rappresentano per i forestali uno sforzo oneroso in termini sia di tempo che economici. L'utilizzo degli strumenti di telerilevamento può aiutare ad abbassare questi costi, fornendo dati frequenti e spazialmente continui sulle condizioni della vegetazione. Negli ultimi anni, si è assistito a una diffusione significativa di dati satellitari commerciali provenienti da aziende come Planet, Maxar e Airbus. Questi dati offrono risoluzioni spaziali sempre più elevate e frequenze di aggiornamento rapide, consentendo un monitoraggio dettagliato e tempestivo delle condizioni terrestri.

Nel presente elaborato ci si è proposti di testare immagini acquisite dalla costellazione di satelliti PlanetScope, con risoluzione spaziale di 3 m, nell'individuazione delle diverse fasi dell'attacco del bostrico nei boschi intorno a Brunico, in Alto Adige. Data l'impossibilità di raccogliere verità a terra, si sono utilizzati come dati di riferimento i risultati prodotti da uno studio iperspettrale del 2022. Si è dunque classificato, attraverso l'algoritmo Random Forest, un'immagine Planet temporalmente più vicina possibile alla data del volo dello studio appena citato, il 7 ottobre 2022. In particolare, sono state condotte due classificazioni: una utilizzando solo l'immagine Planet di ottobre e diversi indici calcolati a partire da essa, ed una seconda classificando una serie temporale di più immagini con i rispettivi indici. Le classi utilizzate fanno riferimento alle diverse fasi dell'attacco e sono le seguenti: in salute (1), fase verde (2), ovvero il primissimo stadio dell'infestazione, quando la chioma non cambia colore ma l'albero è già entrato in uno stato di stress, la fase rossa (3), durante la quale la chioma cambia colore, e infine la fase grigia (4), quando l'albero è ormai giunto alla fine del suo ciclo vitale. L'accuratezza dei risultati ottenuti varia a seconda della classe, con performance meno soddisfacenti per la classe verde e risultati migliori per le fasi rossa e grigia, quando il danno diventa più evidente. Tra le due classificazioni effettuate, quella che ha incluso più date si è rivelata la migliore. Inoltre, un confronto tra la classificazione ottenuta e i risultati derivanti dall'elaborazione delle immagini acquisite dal più noto e ampiamente utilizzato satellite Sentinel-2 ha evidenziato i possibili vantaggi e svantaggi di questi dati commerciali sempre più diffusi.

Dott. Giulio Perda

Prodotti della fotogrammetria aerea per la gestione sostenibile del territorio

sede di stage: Fondazione Bruno Kessler (Trento)

Nell'ambito del progetto europeo USAGE, sono esplorate metodologie digitali per rappresentare il territorio urbano e darne una descrizione che possa essere utile alle amministrazioni locali per prendere decisioni che impattano sulla sostenibilità ambientale. A partire da fotogrammi aerei nadirali ed obliqui sulla città austriaca di Graz, partner del progetto, si ricostruisce l'ambiente urbano in 3D beneficiando dei punti di vista aggiunti dalle immagini oblique che permettono di ricostruire anche facciate di edifici in strade strette. La nuvola di punti ricostruita è classificata con gli algoritmi di intelligenza artificiale RF4PCC e PointTransformer.

I due metodi sono confrontati e PointTransformer restituisce la classificazione migliore assicurando l'estrazione di tetti e facciate degli edifici dell'area di studio utilizzando un ridottissimo insieme di training. Tetti e facciate sono utilizzati per stimare l'irraggiamento solare tramite PV2.5D e VOSTOK, metodi bidimensionale e tridimensionale rispettivamente. I due metodi restituiscono risultati simili sui tetti per tutti i mesi dell'anno 2022. Si fornisce inoltre il dato sull'incremento di irraggiamento dovuto alle facciate per valutare l'installazione di pannelli anche su di esse. Il risultato è supportato dalla validazione con dati provenienti dalla stazione meteorologica dell'Università di Graz, inclusa nell'area di studio. Per fornire una rappresentazione semplificata ed intuitiva dell'ambiente urbano che sia di supporto ai processi decisionali delle amministrazioni locali, si generano automaticamente i modelli degli edifici in due diversi livelli di dettaglio LOD1.2 e LOD2.0, a partire dai loro ingombri a terra e dal modello di elevazione del terreno. Sviluppi futuri permetteranno di arricchire questa rappresentazione con il dato di irraggiamento stimato.