

Analisi dei sistemi culturali in aree soggette a rischio idrogeologico con tecniche di telerilevamento ambientale e di sensoristica *in situ*.

(a cura di E. Grobler, D. Curcio, A. Di Benedetto)

Il Progetto ha previsto una fase preliminare per la individuazione dell'area in cui effettuare i rilievi e le misurazioni, attraverso la consultazione delle cartografie e i dei sopralluoghi *in situ*.

Su tale base è stata individuata l'area modello nel Comune di Montoro (AV), frazione di Misciano, al confine tra le province di Avellino e Salerno, rappresentativa di differenti sistemi di gestione del territorio. Il territorio individuato ha offerto vantaggi sia dal punto di vista logistico sia per quanto riguarda la possibilità di ottenere facilmente le autorizzazioni di volo.

L'area modello ricade all'interno del Sistema Territoriale Rurale Valle dell'Irno (STR 20), comprendente undici comuni nelle province di Avellino e Salerno (Il territorio rurale della Campania, Regione Campania, 2013) con le valli intramontane dei fiumi Solofrana e Irno, incassate tra i rilievi che fanno capo a tre diversi sistemi montuosi: le propaggini meridionali dei Monti di Avella e Sarno, quelle più occidentali dei Monti Picentini e i contrafforti più occidentali dei Monti Lattari.

Si è partiti dal monitoraggio delle temperature. Il diagramma (figura 1) evidenzia come le temperature medie massime, massime e medie sono tendenzialmente in aumento, mentre quelle minime sono in lieve diminuzione, in concordanza con le previsioni climatiche e i dati generali della temperatura globale e con particolare riferimento all'area Mediterranea.

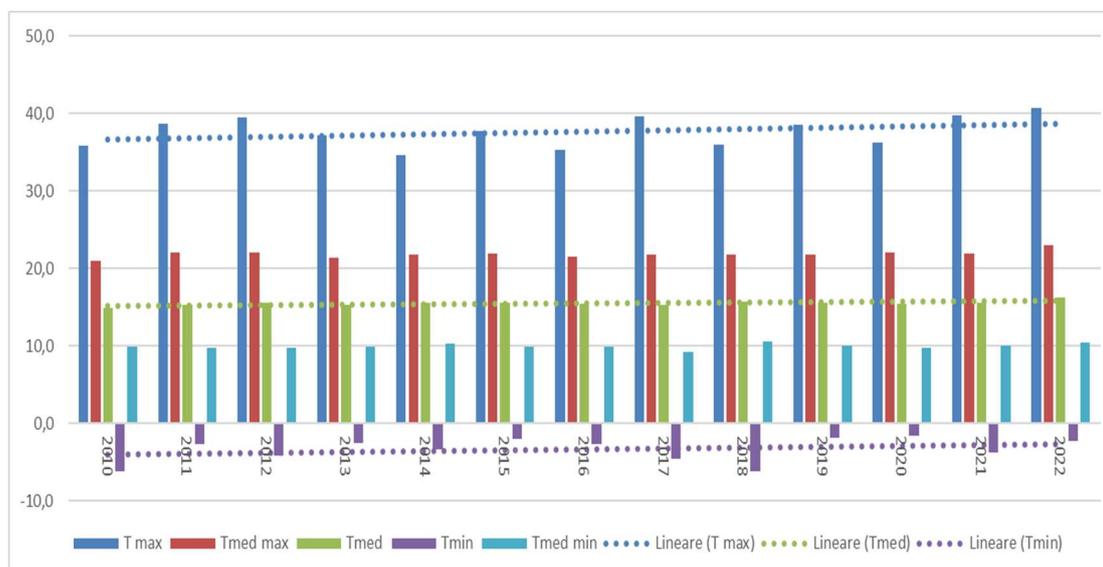
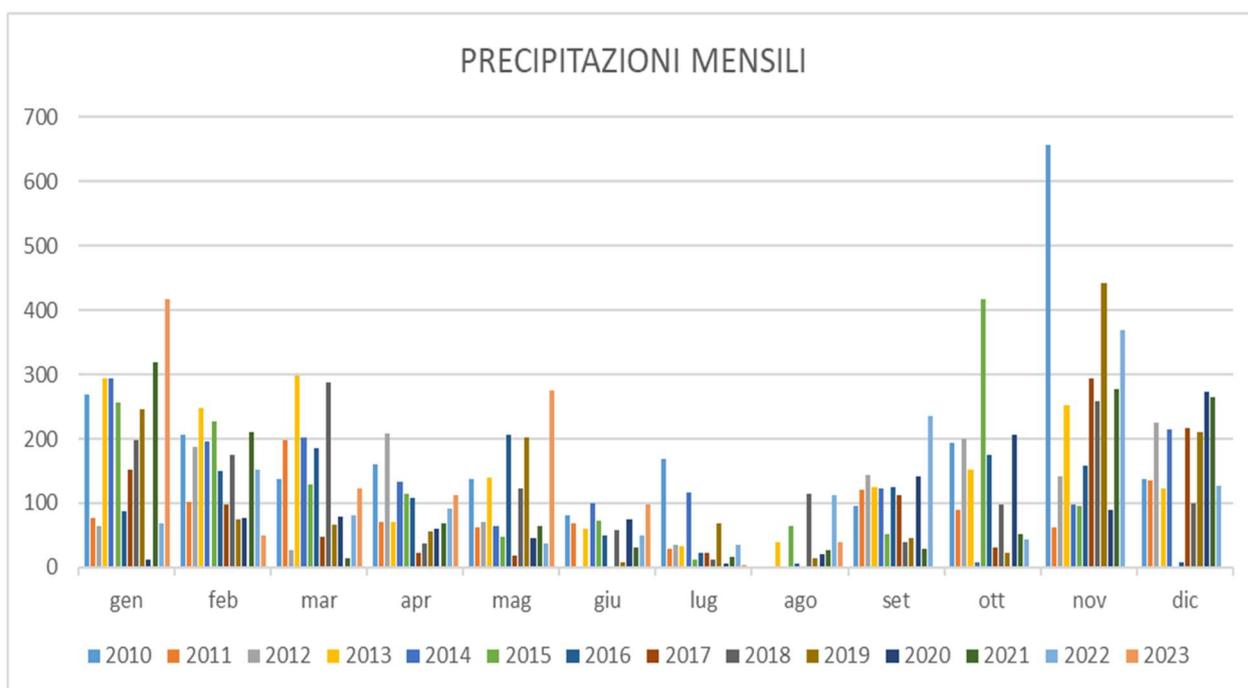


Figura 1: Grafico delle temperature massime (T_{max}), medie massime ($T_{med\ max}$), medie, minime e medie minime dall'anno 2010 all'anno 2023 in °Celsius

Il diagramma delle precipitazioni (Figura 2) rappresenta le precipitazioni medie mensili in millimetri dall'anno 2010 all'anno 2023. Si può notare come i mesi caratterizzati da abbondanti precipitazioni siano quelli intercorrenti tra ottobre e marzo, cioè i mesi autunnali e invernali, in cui il suolo è più soggetto a fenomeni di erosione. Altresì è possibile notare come, all'interno di questi periodi particolarmente piovosi, siano presenti dei picchi con precipitazioni particolarmente abbondanti in



tempi estremamente ristretti.

Figura 2: Precipitazioni mensili dall'anno 2010 all'anno 2023 in millimetri

L'area modello (Figura 3), che ha una superficie di circa 20 ettari, si estende lungo il medio e basso versante occidentale dei Monti Picentini; è rappresentativa delle aree declivi del territorio in quanto è caratterizzata dalla presenza di svariate colture di interesse agrario, quali castagno, nocciolo, vite ed ortive, spesso accompagnate da allevamenti di piccole dimensioni e da interventi di sistemazioni idraulico agrarie, quali terrazzi ciglionati e lunette, realizzati nel corso dei secoli per ottimizzare la gestione dell'acqua e del suolo.

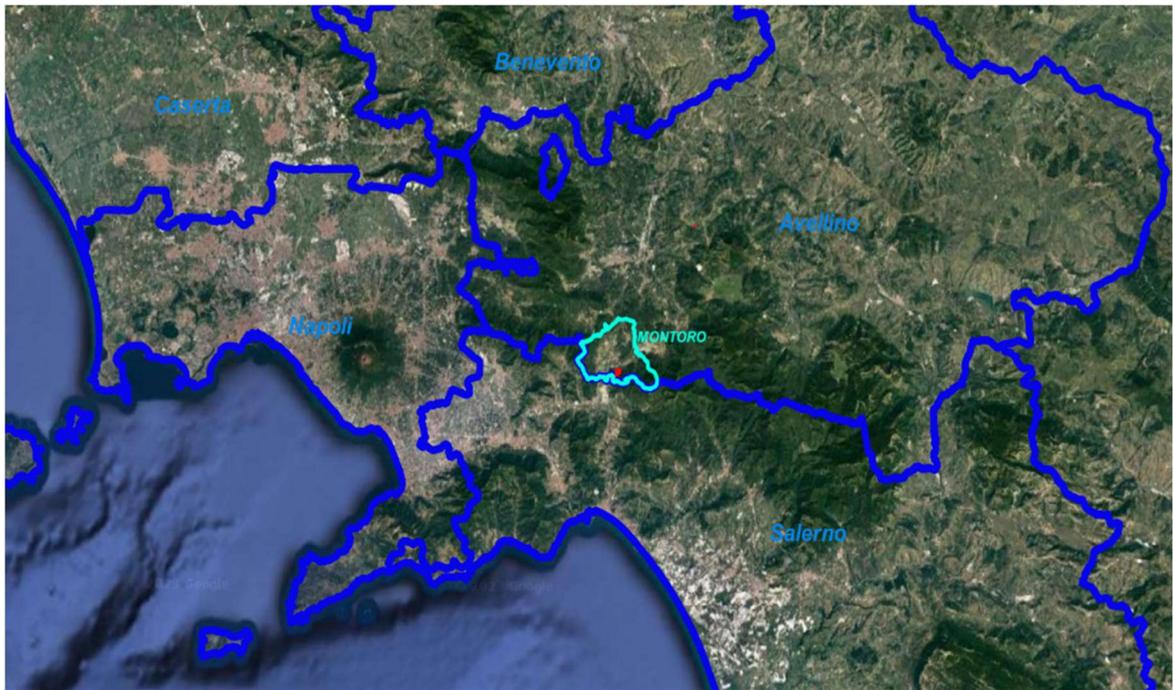


Figura 3: Area studio (Montoro, Località Misciano, Provincia di Avellino)



Figura 4: Ortofoto dell'area di interesse e scala 1:10.000 - agosto 2023 fornita alla risoluzione di 20 cm dal Laboratorio ReSLEHM (Remote Sensing Laboratory for Environment Hazard Monitoring - DICIV – UNISA).

Nelle figure 4 e 5 sono riportate le elaborazioni fornite dal ReSLEHM. La figura 4 è riferita alla ortofoto georiferita (foto aeree dell'area ad alta risoluzione). La figura 5 rappresenta il modello digitale delle diverse altezze della superficie e contiene anche l'informazione delle relazioni spaziali (DTM). Dal calcolo delle derivate parziali dei valori di elevazione del DTM, di primo, secondo e terzo ordine, sono stati ricavati i parametri morfometrici utili a descrivere la dinamica del pendio.

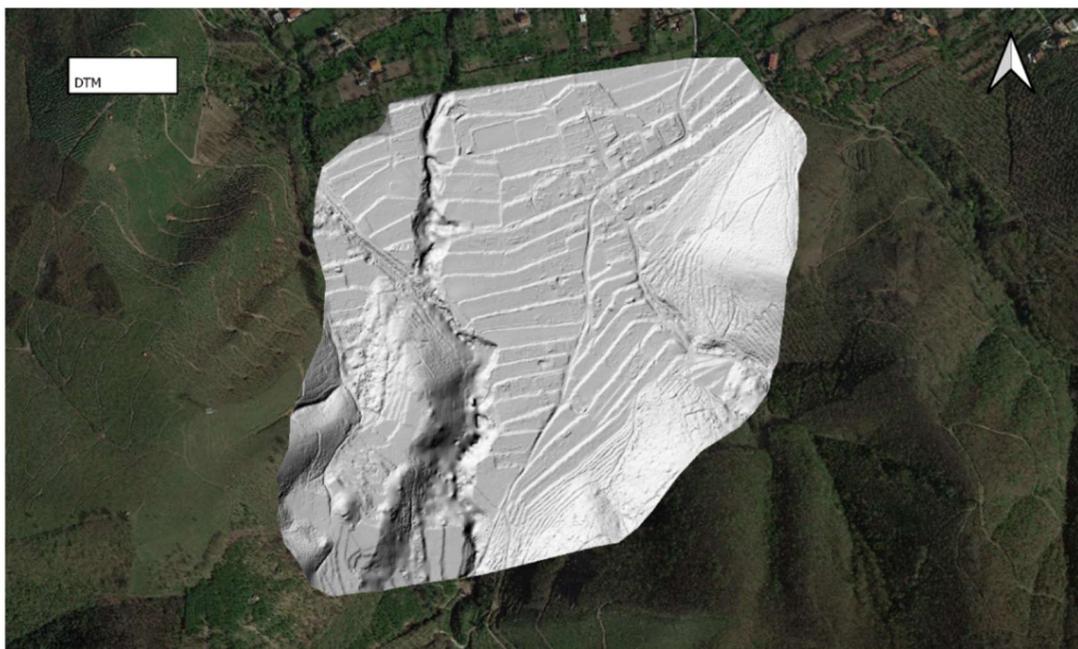


Figura 5: Digital Terrain Model dell'area di interesse realizzato basandosi sulla ortofoto fornita alla risoluzione di 20 cm dal Laboratorio ReSLEHM

È evidente la presenza, sul lato ovest dell'area modello, di un vallone interessato, da una frana, a cui sono seguiti lavori di riqualificazione. Il vallone si origina a 650 ms.l.m e confluisce nel fiume Solofrana a 180 ms.l.m. Sulla base dei rilievi effettuati a terra, si è verificato che, a causa di una mancata gestione ordinaria e straordinaria, il vallone si trova in una situazione non più idonea alla regimentazione delle acque che in esso confluiscono. Questa situazione, a causa del passare del tempo, della scarsa attenzione della popolazione e della normale erosione, ha comportato l'ostruzione delle opere di regimentazione rendendole inefficienti nello svolgimento della loro funzione.

La rielaborazione dei dati ha permesso di costruire le mappe delle quote altimetriche e delle pendenze (Figure 6 e 7).

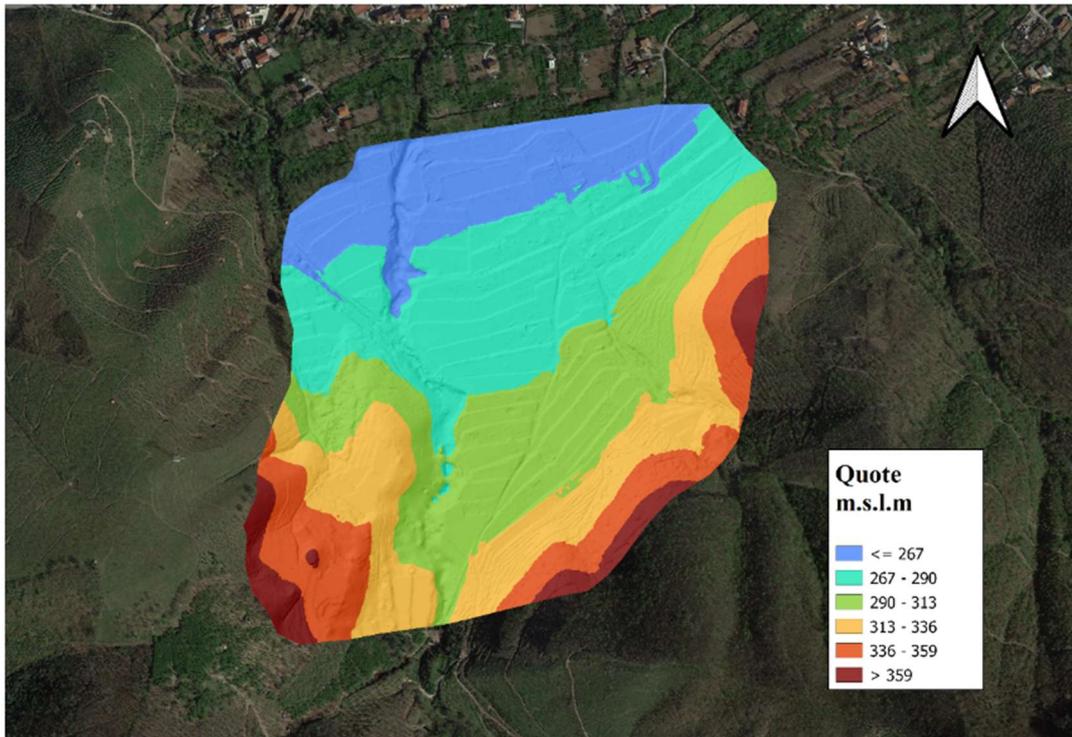


Figura 6: Carta delle quote altimetriche dell'area di interesse ottenuta a partire dall'ortofoto fornita dal laboratorio ReSLEHM alla scala 1:5000 – Elaborazione a cura di E. Grobler e D. Curcio

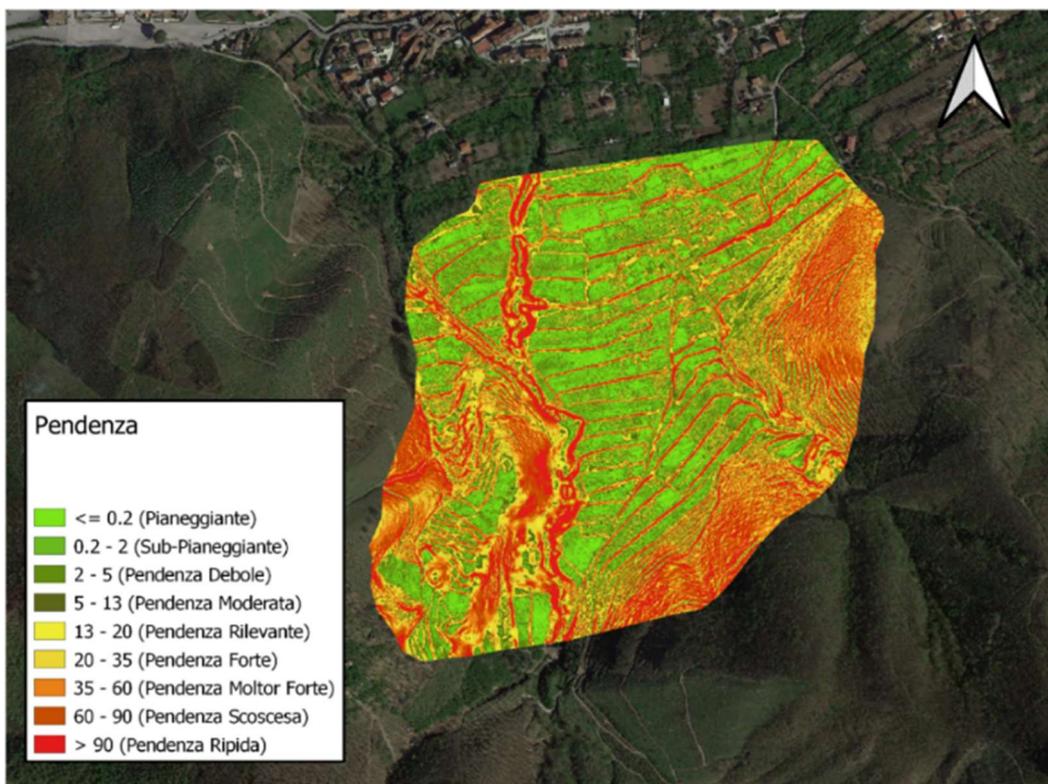


Figura 7: Carta delle pendenze dell'area di interesse ottenuta a partire dall'ortofoto fornita dal laboratorio ReSLEHM alla scala 1:5000 – Elaborazione a cura di E. Grobler e D. Curcio

A partire dalle ortofoto georeferenziate e attraverso sopralluoghi di verifica nella zona di interesse, sono state individuate le colture presenti nell'area (figura 8) e per quelle maggiormente rappresentate, sono state elaborate le schede colturali riferite ai differenti sistemi di gestione.

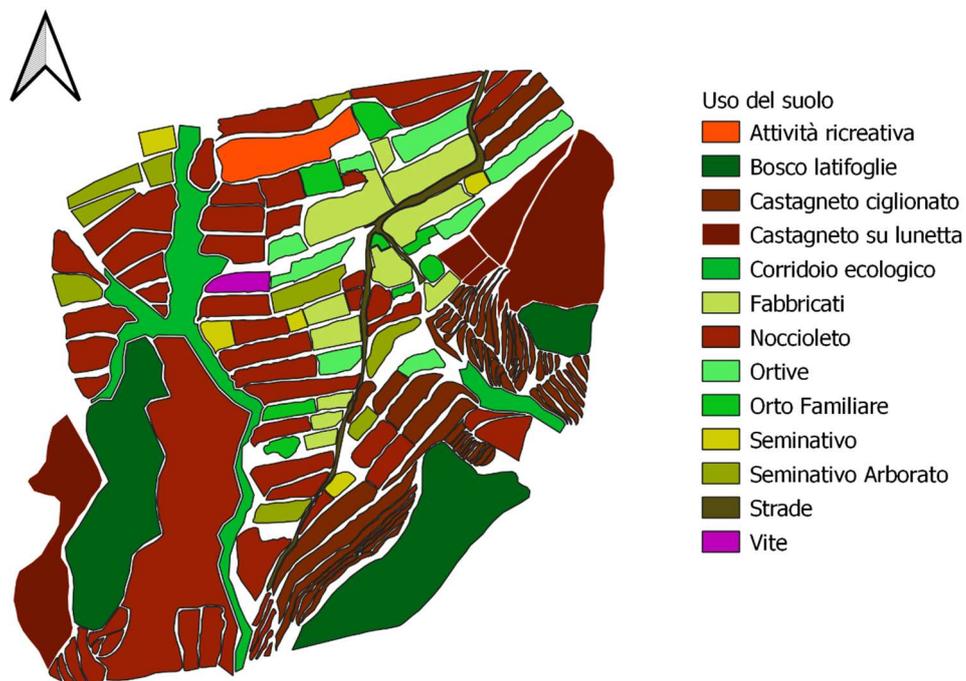


Figura 8: Carta dell'utilizzo del suolo con colture presenti nell'area

A partire dalle informazioni acquisite, è stato possibile calcolare le superfici interessate per ciascuna coltura (Tabella 1).

Tabella 1: Superfici colturali che interessano l'area e loro rapporto con area totale

Colture	Superficie (m ²)	Superficie sul totale (%)
Bosco latifoglie	65646	17,89
Castagneto su ciglioni	58676	15,99
Castagneto su lunette	31948	8,71
Fabbricati	32104	8,75
Nocciolo	132947	36,23
Ortive	15693	4,28
Orto Familiare	7662	2,09
Seminativo	4874	1,33
Seminativo Arborato	15377	4,19
Vite	2023	0,55

Per poter misurare in modo completo il grado di erosione di un suolo in pendenza è possibile applicare modelli parametrici o matematici, tra i quali il più utilizzato è il modello RUSLE (*Revised Universal Soil Loss Equation*). Nell'applicazione di tale

modello vengono utilizzati diversi parametri al fine di arrivare ad una stima del valore medio del tasso di perdita di suolo in un determinato contesto.

La formula che esprime il modello è la seguente:

$$E = R * K * L * S * C * P$$

In cui:

- E: Tasso di erosione medio di lungo periodo
- R: Fattore di erosività della pioggia
- K: Fattore di erodibilità del suolo
- L-S: Fattore topografico che prende in considerazione la lunghezza del versante e la pendenza
- C: Fattore di copertura del suolo
- P: Fattore che prende in considerazione le pratiche conservative attuate

Tra i parametri citati, quello di maggiore interesse per lo studio è rappresentato dal C-Factor, che stima la copertura della vegetazione al suolo, ed è stato calcolato con la seguente equazione tratta da Durigon et al. (2014) e la cui mappa è rappresentata dalla figura 9.

$$C - Factor = \frac{-NDVI+1}{2}$$

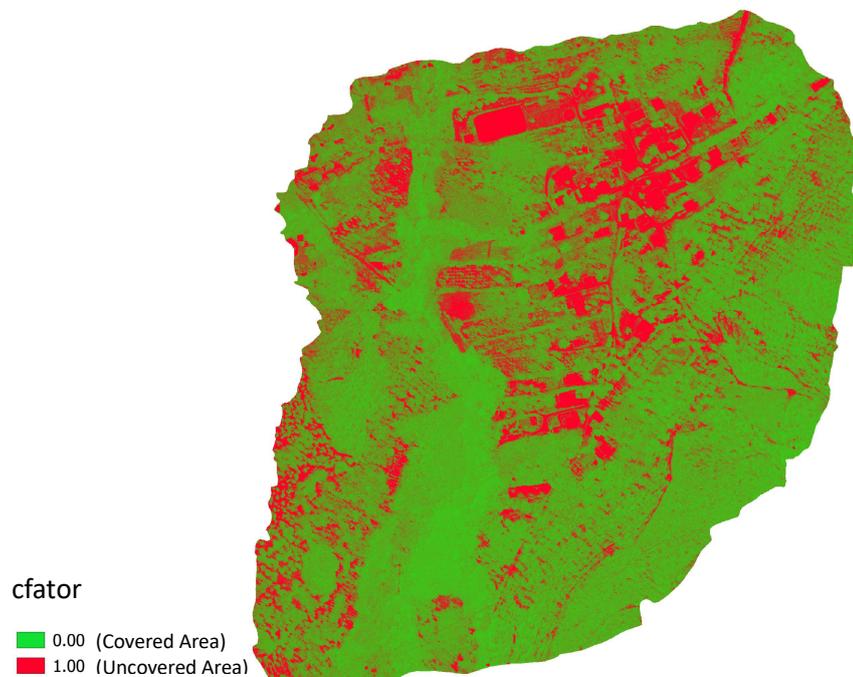


Figura 9. Mappa della copertura del suolo elaborata con il calcolo del Fattore-C durante il mese di agosto ottenuta a partire dall'ortofoto fornita dal laboratorio ReSLEHM – Elaborazione a cura di E. Grobler e D. Curcio

Da una prima analisi risulta che la zona analizzata è caratterizzata da un'alta presenza di colture arboree ed erbacee che svolgono un'importante funzione di attenuazione dell'erosione del suolo soprattutto di quella causata dalle piogge.

Sulla base delle misure effettuate *in situ* è stato possibile, inoltre, osservare più in dettaglio le differenze dello stato di manutenzione delle sistemazioni, particolarmente nelle aree destinate a castagneto e a bosco, della gestione delle coltivazioni con inerbimento o meno, dello stato di manutenzione dei sistemi di raccolta delle acque (figure 10-11).



Figura 10: Castagneto su lunetta

È opportuno sottolineare che il contenuto di sostanza organica rappresenta un parametro di rilevante importanza nel determinare lo stato di salute di un suolo, in particolar modo per ciò che concerne gli aspetti legati alla struttura e quindi alla stabilità, all'attività biologica e al contenuto idrico presenti all'interno del suolo.

Nel nostro caso, i campioni di suolo per l'analisi della sostanza organica sono stati prelevati lungo la sommità alta, la base e la pendenza in diverse condizioni colturali. Dall'analisi dei diversi campioni prelevati è risultato evidente il diverso contenuto di sostanza organica all'interno del terrazzo ciglionato (piede e sommità) e sulle parti in cui la sostanza organica rilevata è maggiormente lisciviata (pendenza). In particolare, la variabilità di colore all'interno dei campioni aumenta in quelli prelevati in assenza di copertura vegetale, diminuisce in quelli prelevati in presenza di manto erboso.

È stato possibile osservare, inoltre, la presenza di colture erbacee presenti sulle

pendenze dei terrazzi ciglionati e nelle zone a forte declività, rappresentate da erbe aromatiche quali origano (*Origanum ssp*) e rucola selvatica (*Diplotaxis tenuifolia*), che potrebbero rappresentare una risorsa sia per le aziende locali sia per la manutenzione delle sistemazioni stesse.



Figura 11: Noccioleto non inerbato

In conclusione, l'elaborazione delle ortofoto e dei modelli digitali ha permesso di avere informazioni sulle caratteristiche morfometriche fondamentali dell'area modello, sulle sistemazioni idraulico-agrarie in essa presenti e sul loro stato di mantenimento, sullo stato di copertura del suolo, sulla vigoria della vegetazione e sulle colture presenti, così da ottenere un quadro complessivo più esaustivo possibile dei punti di forza e di debolezza dell'area.

L'utilizzo degli indicatori, in combinazione con i dati rilevati *in situ* e con quelli resi disponibili da altre fonti (per esempio Autorità di Bacino), ha permesso la mappatura dei fenomeni di danno a carico degli ecosistemi agricoli e forestali valutati e può suggerire interventi di buone pratiche da applicare anche in altri comuni.