



Field-Map: riscontri pratici sull'utilizzo in campagne di rilievo

L'esperienza dell'Università del Molise nell'ambito di progetti di ricerca e progetti LIFE

di GIOVANNI SANTOPUOLI, SERENA ANTONUCCI, PIERDOMENICO SPINA, MARCO MARCHETTI, VITTORIO GARFI

L'utilizzo di strumenti computerizzati in bosco a supporto della valutazione quali-quantitativa delle risorse forestali, soprattutto per fini gestionali, è in continua evoluzione. Qui presentiamo un riscontro pratico della tecnologia Field-Map utilizzata in alcuni ambiti di ricerca.

La tecnologia Field-Map® (FM), realizzata ormai da qualche decennio ma sempre in continuo sviluppo, rappresenta uno degli strumenti ormai comunemente utilizzati per i rilievi in campo e gli inventari forestali in tutto il mondo (www.fieldmap.cz).

FM è un sistema computerizzato portatile, costituito da diversi *hardware* e *software*, che permette di raccogliere ed elaborare dati a partire dalla misurazione di singole piante (ZAMBARDA *et al.* 2010). La versatilità dello strumento favorisce il suo impiego per diverse finalità, sia in ambito professionale (inventari forestali, pianificazione, monitoraggio della biodiversità), sia per scopi scientifici e didattici (MATTIOLI *et al.* 2009). Oltre alla raccolta dei dati attraverso un supporto digitale, lo strumento si caratterizza per la capacità di georeferenziare,

in tempo reale, gli oggetti rilevati e restituire immediatamente i dati in formato *shapefile*, utilizzabili in qualsiasi Sistema Informativo Geografico.

Esistono diverse configurazioni di FM, predefinite (Tabella 1) ed ideate in funzione dei molteplici ambiti di applicazione, ma che possono essere adattate in base alle esigenze dell'acquirente.

APPLICAZIONE PRATICA

Da qualche anno il gruppo di ricerca forestale dell'Università degli Studi del Molise utilizza FM, nella configurazione Antelope, per le attività di rilievo in campo, trovando applicazione in molteplici studi: selezione di habitat da parte della salamandrina (BASILE *et al.* 2017), integrazione con dati LiDAR per analisi della distribuzione delle chiome

e identificazione di singoli alberi (SAČKOV *et al.* 2016), implementazione martelloscopio per monitoraggio microhabitat (www.integratoplus.org). Recentemente è utilizzato nelle campagne di rilievo di due progetti LIFE (Tabella 2) finalizzati a:

- dimostrare come tecniche innovative di telerilevamento da Sistemi Aeromobili a Pilotaggio Remoto (SAPR) possano contribuire al monitoraggio di diversi indicatori di gestione forestale sostenibile - **LIFE FRESH** (LIFE14 ENV/IT/000414 - <https://freshlife.project.net>);
- supportare la pianificazione forestale indagando sulla ciclicità climatica e gli effetti sulla crescita delle piante - **LIFE AForClimate** (LIFE15 CCA/IT/000089 - www.aforclimate.eu).

FM ha trovato largo impiego in entrambi i

progetti, in quanto la corretta definizione della posizione delle piante gioca un ruolo fondamentale per il raggiungimento degli obiettivi.

Nel primo caso l'esatta posizione delle piante rilevata con FM permette di testare i dati rilevati mediante LiDAR o camera multispettrale; nel secondo invece, la posizione delle piante è indispensabile per valutare la risposta dei popolamenti di faggio a interventi di diradamento, di tipo e grado differenti, capaci di incrementare la CO₂ sequestrata, mantenendo la capacità produttiva, rigenerativa e di conservazione della biodiversità.

L'utilizzo di FM in campo prevede, inizialmente, la creazione di un progetto specifico, legato ad un *geo-database* e strutturato in base alle informazioni da raccogliere definite nei protocolli di rilievo. Durante la progettazione vengono infatti stabilite le caratteristiche dell'area di saggio (AdS) e le modalità di acquisizione dei dati, si definiscono le modalità per la creazione dei *plot* ed altre informazioni utili ad agevolare il rilievo. Ogni informazione relativa al rilievo sia descrittivo (fattori ambientali, edafici e di gestione) sia delle componenti strutturali che si vuole rilevare (albero, ceppaia, legno morto) genera un *record* direttamente nello *shapefile* ad esso associato, come visibile in Figura 1. Ogni *record* può contenere un elevato numero di informazioni quali-quantitative (ad esempio diametro, altezza, specie, vitalità, stato di decomposizione, ecc.).

CONSIDERAZIONI SULL'USO DELLO STRUMENTO

Pro

Dalle recenti esperienze, si può affermare che la tecnologia FM garantisce un **elevato grado di accuratezza** (sub centimetrica in condizioni ottimali) nella georeferenziazione degli oggetti e, comunque, estremamente più precisa rispetto alla georeferenziazione delle piante mediante bussola e rotella metrica/distanziometro.

La versatilità della tecnologia FM permette di poter **utilizzare la struttura di un progetto per generare numerosi altri progetti**, anche con finalità diverse, oppure semplicemente adattandolo al protocollo di rilievo di quelli con finalità simili.

L'informatizzazione dei dati direttamente in campo con FM rappresenta un **notevole beneficio in quanto essi vengono direttamente acquisiti nel *geo-database***. Le informazioni raccolte in formato digitale facilitano, tra l'altro, l'esportazione dei dati in diversi

Componenti Hardware e caratteristiche	Modelli Field-Map											
	Ursus	Antelope	Hippo	Rhino	Butterfly	Dragonfly	Elephant	Grasshopper	Parrot	Birdie	Stork	Emu
Bussola digitale	✓	✓	✓		✓	✓		✓		✓	✓	✓
Mirino Ottico	✓	✓		✓	✓					✓		✓
Telemetro laser	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓		✓	✓	
Supporto PC	✓	✓		✓								✓
Supporto PDA					✓							
Supporto PC anatomico							✓					
Tablet computer	✓	✓		✓			✓					
Tablet computer leggero			✓						✓	✓	✓	✓
Robusto PDA					✓	✓						
Robusto Notepad							✓					
Monopiede		✓			✓	✓					✓	✓
Treppiede	✓		✓	✓								
FM software	✓	✓		✓		✓	✓		✓	✓	✓	✓
FM LT software						✓		✓				
Encoder angolare			✓	✓								
Bluetooth							✓					
GPS									✓	✓		
Connessione wireless via Bluetooth												✓
Antenna GPS									✓			
Cavallo elettronico										✓		
Peso (kg)	8,5	7,7	6	8,5	3,9	2,5	5,1	1,2	2	1,5	2,8	4,1

Tabella 1 - Principali modelli e caratteristiche di FM. La colonna evidenziata è relativa al modello descritto nell'articolo. Fonte dati IFER (www.ifer.cz/?page=fieldmap2).

	PARAMETRI	FRESH	AForCLIMATE
ADS	Schema di campionamento	Sistematico non allineato	Sistematico allineato
	Dimensione AdS	529 m ²	530 m ²
	Forma AdS	Quadrata	Circolare
PIANTE VIVE	Posizione	✓	✓
	Specie	✓	✓
	Dendrotipo	✓	✓
	Origine	✓	✓
	Diametro (soglia cm)	✓ (≥2,5 cm)	✓ (≥3 cm)
	Altezza/lunghezza (m)	✓	✓
	Inserzione chioma (m)	✓	✓
	Proiezione della chioma	✓	✓
LEGNO MORTO	Disseccamento della chioma	✓	✓
	Piante morte in piedi	✓	
	Ceppaie	✓	
	Snag	✓	
	Stato di decomposizione	✓	
	Legno morto a terra	✓	
	Orientamento	✓	
Microhabitat	✓		

Tabella 2 - Principali parametri rilevati nei due progetti LIFE: FRESH e AForClimate.

formati (ad esempio .dbase, .xlsx, .accdb) annullandone i tempi di trascrizione e agevolandone il trasferimento da un formato all'altro. I dati, così pre-elaborati, sono infatti pronti per le successive fasi di analisi.

Con FM **la materializzazione fisica dell'AdS diventa superflua**, in quanto lo strumento automaticamente visualizza, oltre alla posizione delle componenti, anche un messaggio di errore qualora la pianta, attraverso la stima della distanza topografica che fornisce il telemetro

laser, si trovi al di fuori dell'AdS. Raggiunto il centro dell'AdS si può quindi direttamente iniziare la fase di rilievo, senza doversi preoccupare di materializzare fisicamente le AdS, con un notevole risparmio di tempo. Inoltre, durante la fase di rilievo, ci si potrebbe trovare nelle condizioni in cui una o più piante siano posizionate in maniera non visibile dall'operatore. In questo caso lo strumento permette di spostarsi in una o più nuove postazioni di rilievo, con una migliore visuale delle piante da rilevare, e



Figura 1 - Fasi di rilievo con Field-Map ed esempio di schermata generata automaticamente dallo strumento.

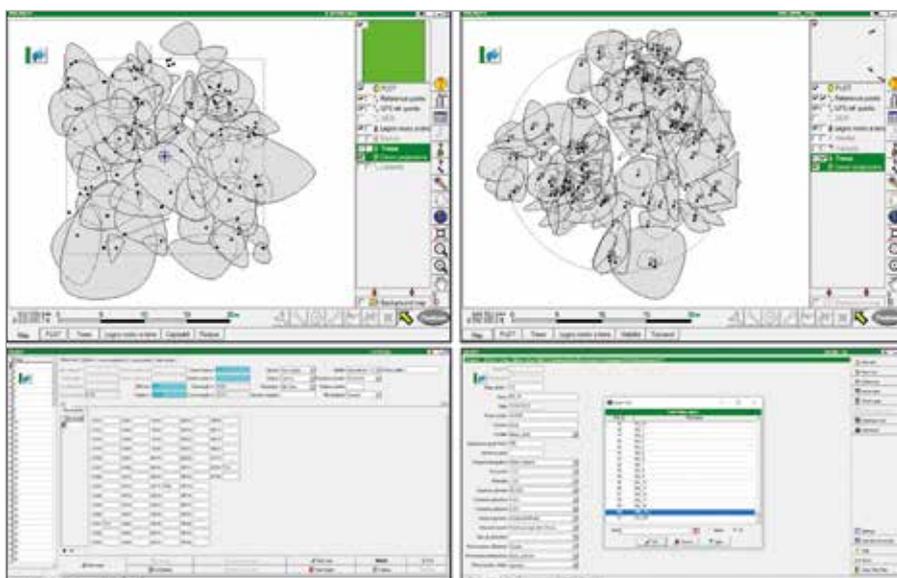


Figura 2 - Mappe e dati degli elementi rilevati in campo restituite direttamente dallo strumento.

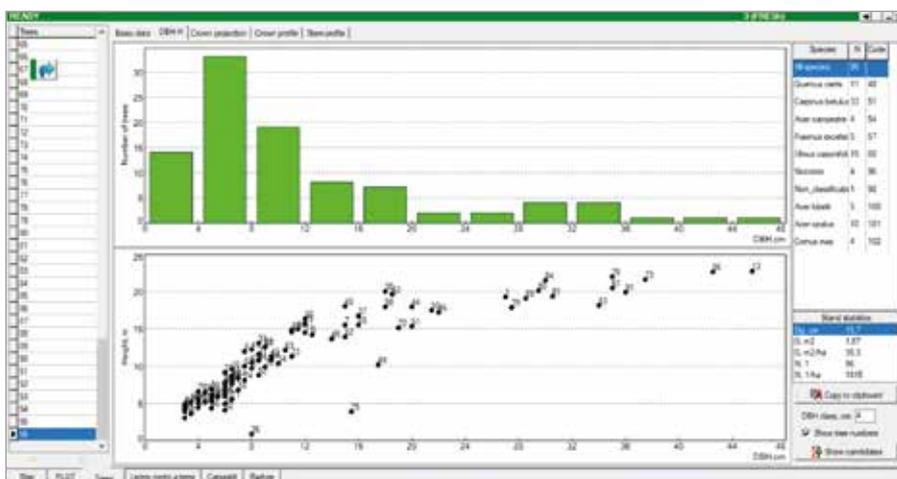


Figura 3 - Dati riassuntivi e grafici della struttura del popolamento restituiti direttamente dallo strumento.

continuare il rilievo senza doversi preoccupare di rielaborare la posizione delle piante precedentemente censite. Tale operazione avviene automaticamente come se lo strumento fosse rimasto nella posizione di origine. Vi è poi, nei casi di boschi ad elevata densità, la possibilità, in alcuni modelli di telemetro laser, di applicare un filtro vincolando la misurazione della distanza esclusivamente al riflettore ed evitando, così, di intercettare foglie o rami che si trovano tra il telemetro e l'albero da rilevare.

Oltre a ciò, la stabilità dello strumento, assicurata da una base stabile di appoggio, garantisce una **maggior accuratezza di stima delle altezze rispetto ai rilievi tradizionali realizzati con ipsometro**.

Altro aspetto interessante nell'uso di FM è rappresentato dalla **restituzione direttamente in campo della mappa degli elementi rilevati** (Figura 2) e di grafici riassuntivi della struttura del popolamento (Figura 3). Tali informazioni sono utili non solo per avere un parametro di riferimento sulle caratteristiche strutturali del popolamento, ma anche per la verifica dei rilievi (ad esempio assenza di un dato sull'altezza, nome della specie non rilevata, ecc.).

Infine, lo strumento permette di lavorare con coordinate metriche e di **passare da un sistema geografico di riferimento all'altro** riproiettando, con una sola operazione, tutti gli strati informativi rilevati.

Per l'ottimizzazione della qualità dei dati, per generare un Modello Digitale del Terreno (DTM) accurato, e una precisa stima delle altezze e della posizione degli alberi in situazioni con elevate pendenze, è necessario, al momento del rilievo in campo, tarare alcuni parametri dello strumento, quali:

- l'altezza dell'oculare, in base all'operatore;
- l'altezza del ricevitore montato sulla palina (1,30 m);
- l'offset tra il ricevitore montato su una palina e la superficie esterna del tronco;
- la bussola elettronica.

Tali operazioni **richiedono non più di 5 minuti** e, in ogni caso, meno del tempo necessario per la stabilizzazione del tradizionale ipsometro elettronico alle condizioni atmosferiche (10-15 minuti).

Sebbene la tecnologia appaia estremamente complessa nel suo insieme, l'utilizzo dello strumento in campo è di **facile apprendimento** ed è sufficiente qualche ora di pratica per prendere un minimo di familiarità con i diversi *hardware* e con il *software* FM Data Collector per portare a termine i rilievi senza problemi.

La velocità di rilievo dipende molto dalla struttura del popolamento e dalla quantità di infor-

mazioni da rilevare, oltre che dalla pendenza e accidentalità della stazione, nonché dalla distanza tra le AdS. Sulla base delle esperienze condotte in condizioni di rocciosità diffusa (50-70%) e pendenze in alcuni casi elevate (50%), con una squadra composta da 4 persone, sono state **numerare e mappate mediamente 120 piante al giorno**, rilevando numerose variabili dendrometriche, come per il progetto FRESH LIFE (Tabella 2).

Nel complesso si è registrata una **maggiore rapidità nell'esecuzione dei rilievi e un notevole risparmio di tempo** derivante dall'immediata disponibilità dei dati in formato digitale. Tale rapidità, può ulteriormente aumentare mediante l'uso di dispositivi Bluetooth, come il cavalletto dendrometrico elettronico, registrando il valore del diametro automaticamente sul Field computer.

La rapidità e semplicità associata alla fase di rilievo discende, anche, da un'attenta progettazione del *database* costruito in funzione del tipo di rilievo da realizzare e dalla finalità dei rilievi.

La creazione del *database* consiste nel definire il tipo e il numero di strati informativi, le variabili che si vogliono analizzare per ciascuno di essi, il formato e le caratteristiche di questi. Gli strati informativi vengono automaticamente trasformati in *shapefile*: punti, linee, poligoni. In aggiunta, è disponibile un *output* predefinito, chiamato "Albero". Questo è un tipo di *shapefile* misto, specifico di FM, che permette di realizzare contemporaneamente un punto coincidente con il centro del tronco rilevato e un *buffer* coincidente con il perimetro del tronco, con raggio pari alla metà del diametro del tronco rilevato. In questo modo si hanno 2 *shape* (punti e poligoni) legati a un solo strato informativo. In fase di progettazione è possibile preparare delle liste di consultazione (*lookup list*) collegate ad uno o più campi, in modo tale da ridurre ulteriormente il tempo in fase di rilievo e offrire all'operatore la possibilità di selezionare i dati attraverso dei menu a tendina (utile per i campi descrittivi come posizione fisiografica, forma di governo, classi di danni-disturbo, specie, ecc.) e soprattutto limitare la possibilità di errore nella trascrizione delle informazioni.

Contro

All'utilizzo del FM sono ovviamente associate anche delle criticità.

Un primo aspetto negativo dello strumento dipende dal tipo di supporto utilizzato e dal *set* di *hardware* montati su di esso. **L'ingombro e il peso possono influire negativamente sulla rapidità degli spostamenti** sia durante i rilievi, sia per gli spostamenti da un'AdS all'altra.

La **durata delle batterie** rappresenta un altro punto debole dello strumento. FM possiede diversi *hardware* con sistema di alimentazione indipendenti l'uno dall'altro, di conseguenza rilievi di una certa durata comportano un maggiore sfruttamento di queste, le quali tendono a scaricarsi con una certa facilità.

Un'altra criticità è legata al **costo dello strumento** (circa 4 volte un *kit* di strumenti tradizionali) e **all'organizzazione logistica delle campagne di rilievo**. La spesa per l'acquisto di strumenti tradizionali consente con facilità di dotarsi di più *set* e di organizzare campagne di rilievo realizzate da più squadre contemporaneamente. Viceversa, salvo il caso in cui ci sia la disponibilità economica ad acquistare più *kit*, FM consente di uscire in campo con una squadra per volta. Questo potrebbe rappresentare un limite qualora i tempi per i rilievi fossero vincolati ad un lasso di tempo molto ristretto e non venissero bilanciati dal risparmio di tempo ottenuto dall'uso del FM.

È necessario quindi valutare, in base alle finalità di una campagna di rilievo, se la precisione è più importante della tempistica, fermo restando che *database* derivanti da due approcci inventariali diversi possano essere comunque uniti ai fini di analisi di spazializzazione o integrazione con dati telerilevati. FM consente comunque di ottenere un'accuratezza maggiore rispetto ai rilievi classici.

Bibliografia

BASILE M., ROMANO A., COSTA A., POSILICCO M., SCINTI ROGER D., CRISCI A., RAIMONDI R., ALTEA T., GARFI V., SANTOPUOLI G., MARCHETTI M., SALVIDIO S., DE CINTI B., MATTEUCCI G., 2017 - **Seasonality and microhabitat selection in a forest-dwelling salamander**. *Naturwissenschaften*, 104(9-10), 80.

CHIRICI G., SCOTTI R., MONTAGHI A., BARBATI A., CARTISANO R., LOPEZ G., MARCHETTI M., McROBERTS R.E., OLSSON H., CORONA P., 2013 - **Stochastic gradient boosting classification trees for forest fuel types mapping through airborne laser scanning and IRS LISS-III imagery**. *Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf.* 25, 87-97.

MATTIOLI W., ALIVERINI A., DI PAOLO S., PORTOGHESI L., GIULIARELLI D., 2009 - **FM: uno strumento innovativo al servizio della selvicoltura**. Atti della XIII Conferenza Nazionale ASITA, Bari 1-4 Dicembre 2009, 1411-1416.

SACKOV I., SANTOPUOLI G., BUCHA T., LASSERRE B., MARCHETTI M., 2016 - **Forest Inventory Attribute Prediction Using Lightweight Aerial Scanner Data in a Selected Type of Multilayered Deciduous Forest**. *Forests*, 7(12), 307.

ZAMBARDA A., ČERNÝ M., VOPĚNKA P., 2010 - **Field-Map, una nuova tecnologia per la raccolta e l'elaborazione dati**. *Sherwood - Foreste ed Alberi Oggi* 167: 33-38.

INFO . ARTICOLO

Autori: Giovanni Santopuoli, Dipartimento di Bioscienze e Territorio (DiBT), Università degli Studi del Molise; Centro di Ricerca per le Aree Interne e gli Appennini (ArIA). E-mail: giovanni.santopuoli@unimol.it

Serena Antonucci, Dipartimento di Agricoltura Ambiente ed Alimenti (DiAAA), Università degli Studi del Molise; Centro di Ricerca per le Aree Interne e gli Appennini (ArIA). E-mail: serena.antonucci@unimol.it

Pierdomenico Spina, Dipartimento di Agricoltura Ambiente e Alimenti (DiAAA), Università degli Studi del Molise. E-mail: pierdospina@outlook.com

Marco Marchetti, Dipartimento di Bioscienze e Territorio (DiBT), Università degli Studi del Molise; Centro di Ricerca per le Aree Interne e gli Appennini (ArIA). E-mail: marco.marchetti@unimol.it

Vittorio Garfi, Dipartimento di Bioscienze e Territorio (DiBT), Università degli Studi del Molise. E-mail: vittorio.garfi@unimol.it

Parole chiave: Innovazione, Field-Map, monitoraggio, rilievo, struttura forestale, tecnologia, selvicoltura di precisione.

Abstract: *Field-Map: practical feedback on use in data collecting campaigns.* In the age of big-data, technology innovation, for collecting and analysing forest inventory data, represents a crucial aspect to improve the quality of information that are necessary for sustainable forest management. Field-Map technology is a tool which balance innovation and practicality for supporting monitoring and forestry, by integrating geomatics and other forest-related teachings.

Keywords: Innovation, Field-Map, monitoring, field survey, stand structure, technology, precision forestry.

Ringraziamenti: Lavoro frutto di attività svolte nell'ambito dei progetti LIFE AForClimate "Adaptation of FOrEst management to CLIMATE variability: an ecological approach" - LIFE15 CCA/IT/000089 e LIFE FRESH Demonstrating Remote Sensing integration in sustainable forest management LIFE14 ENV/IT/000414.



LIFE15 CCA/IT/000089
LIFE14 ENV/IT/000414