

Sezione Speciale - VII Congresso SISEF: "Sviluppo, adattamento, naturalità e conservazione"
(a cura di: M. Marchetti, R. Tognetti)

Strumenti evoluti di *mobile GIS* a supporto del monitoraggio e della pianificazione forestale

Colle G* ⁽¹⁾, Clementel F ⁽²⁾, Floris A ⁽²⁾, Marzullo L ⁽¹⁾, Scrinzi G ⁽²⁾

(1) F360 - Spin-off di geomatica forestale, Trento (Italy); (2) CRA - Unità di Ricerca per il Monitoraggio e la Pianificazione forestale, Trento (Italy). - *Corresponding Author: Giacomo Colle (giacomo.colle@gmail.com).

Abstract: *Advanced mobile GIS applications to support forest monitoring and management.* The adoption of mobile GIS solutions in forest surveys is rapidly increasing due to the technological evolution and the reduction, in size and cost, of the devices used for measuring forest parameters and collecting geo-referenced data. However, these software solutions frequently consist only in an optimization of paper-based data collection methods, not providing data processing and analysis functionalities directly on field. These last two activities are usually carried out a posteriori, in the office, using desktop or enterprise GIS platforms. This paper proposes an alternative approach oriented to processing the collected data directly during field surveys, providing new information useful for immediate decision making or data error analysis. Some of the software here described are project-specific, whereas others follow a "horizontal" approach, giving the user the possibility to define formalized and standardized data categories. Each software is described focussing on its functionalities and on the solutions adopted to reduce learning time and to increase surveyors productivity. Real case studies are also briefly presented.

Keywords: Mobile GIS, GPS, Forest geomatics, Relascopy, Forest surveys

Received: Mar 31, 2010; Accepted: May 06, 2010

Citation: Colle G, Clementel F, Floris A, Marzullo L, Scrinzi G, 2010. Strumenti evoluti di *mobile GIS* a supporto del monitoraggio e della pianificazione forestale. *Forest@* 7: 148-157 [online: 2010-07-30] URL: <http://www.sisef.it/forest@/?doi=10.3832/efor0622-007>

Introduzione

Il *mobile GIS* è "l'espansione" della tecnologia GIS dall'ufficio al campo (ESRI 2007). Pur essendo evidente che il punto di arrivo di tale definizione sarebbe la disponibilità di tutte le funzionalità GIS su piattaforme mobili di campo, gli utenti di tali sistemi avranno potuto constatare che ancora oggi esistono diverse limitazioni a queste potenzialità. Da una pur sommaria indagine svolta sui siti *web* degli applicativi GIS attualmente più diffusi, sia commerciali che *open source*, emerge abbastanza chiaramente come gli applicativi di *mobile GIS* siano destinati quasi esclusivamente alla raccolta in campo di nuovi dati georiferiti, oppure alla modifica e aggiornamento di dati esistenti, sfruttando spesso la possibilità di dialogare

da dispositivi mobili con server remoti. Sebbene già queste prerogative del *mobile GIS* non siano affatto da sottovalutare sia in termini di aumento di efficienza nella conduzione dei rilevamenti che di possibilità di immediati controlli di completezza e congruenza sui dati acquisiti, si osserva una sistematica carenza di funzionalità di elaborazione e analisi dei dati direttamente in campo. Anche un *software* molto evoluto dedicato al settore forestale, quale è Field-Map (Vopenka & Cerny 2006, Mattioli et al. 2009), può sfruttare sofisticate potenzialità di processamento spaziale solo nella versione per *tablet PC*, la quale richiede un importante investimento economico per l'acquisizione dell'hardware e del *software* e si basa su attrezzatura avente un ingombro non sempre

compatibile con le condizioni di impiego che si incontrano negli ambienti forestali.

Il gruppo di lavoro in Geomatica forestale del CRA-MPF di Trento, che ha ereditato le competenze ed esperienze maturate fin dai primi anni '90 dalla sezione di Assestamento forestale ISAFa nei settori del radio-posizionamento satellitare, del telerilevamento di prossimità e dei GIS, si pone tra gli obiettivi quello di realizzare procedure operative e applicazioni *software* in grado di colmare, per quanto possibile, tali carenze, con particolare riferimento alle analisi di carattere forestale. Le continue opportunità di collaborazione con operatori privati e amministrazioni forestali aventi competenze pianificatorie e gestionali, hanno consentito di raccogliere preziosi *feedback* riguardanti le reali esigenze di chi opera in campo e non è uno specialista informatico o GIS. Anche la progettazione dei *software* INFOR2, NAV3 e RAS3 per i rilevamenti in campo dell'ultimo Inventario Forestale nazionale (Floris et al. 2004, Tabacchi et al. 2006), nonché tutti gli scambi avuti in quel contesto con i rilevatori, hanno fornito importanti indicazioni sull'approccio da seguire nello sviluppo di funzionalità *software* efficienti.

A partire da tali presupposti è stata dedicata particolare attenzione allo sviluppo di applicativi destinati all'utilizzo su computer palmari di dimensioni e peso ridotti e di costo contenuto, che richiedano agli utilizzatori tempi di apprendimento molto brevi per poter essere pienamente operativi.

Le principali realizzazioni che vengono di seguito illustrate riguardano il supporto metodologico e tecnologico alla revisione dell'assestamento forestale in Trentino, con particolare riferimento alla pianificazione di livello aziendale (Wolynski et al. 2009, Scrinzi et al. 2009). L'introduzione di tecniche campionarie, la ridefinizione del ruolo inventariale della particella forestale e una sua migliore connotazione dendrometrica e tipologica interna, la progressività dello sforzo e dei costi di inventariazione rispetto all'importanza anche produttiva dei popolamenti, la georeferenziazione automatica dell'informazione raccolta, l'archiviazione digitale in campo degli esiti dei rilievi, sono esempi di innovazione in cui la geomatica può fornire un importante contributo.

Analisi delle esigenze operative dei rilevatori forestali

Da ripetuti e costruttivi confronti con diverse figure professionali in ambito forestale sono emerse una serie di esigenze operative che i supporti informatici di campo, *hardware* e *software*, dovrebbero poter sod-

disfare:

- piena disponibilità di cartografia, di base e tematica, inerente l'area di lavoro, con possibilità di visualizzazione su estensioni ragionevoli e in condizioni di illuminazione spesso non ottimale (scarsa o eccessiva);
- indicazioni utili al raggiungimento di punti obiettivi in prima istanza di tipo alfanumerico (distanza e angolo bussola), ma possibilmente anche di tipo grafico, intese come visualizzazione costante della propria posizione e traccia di spostamento sullo sfondo cartografico; in casi particolari possono essere molto utili indicazioni ancillari alla scelta del miglior percorso (p. es., profili altimetrici, ecc.);
- indicatori acustici di prossimità rispetto a punti di interesse, che permettano all'operatore di muoversi sul territorio senza l'assillo di una costante osservazione dello schermo del proprio dispositivo. In molti casi è fondamentale, anche per la propria sicurezza, muoversi con entrambe le mani libere;
- inserimento guidato dei dati da registrare, con controlli automatici di completezza e congruenza, massimo ricorso a liste di menù e tabelle di decodifica, funzionalità di inserimento condizionale dei dati (inserimento richiesto solo nel caso che un attributo "padre" abbia assunto determinati valori);
- ottimizzazione dell'*input* fisico dei dati: limitare al massimo la scrittura estesa alfanumerica e sfruttare le funzionalità *touch*, con tasti abbastanza grandi da poter essere schiacciati con un dito e associati a "contatori incrementali" per le variabili adatte (numero di elementi omogenei progressivamente osservati e contati);
- possibilità di modificare le caratteristiche geometriche di elementi lineari e areali supportata da GPS, evitando le inesattezze topologiche (p. es., ripetizione di linee condivise fra poligoni adiacenti);
- dialogo automatico con ricevitori GPS e con altri dispositivi elettronici di misura e ripresa (distanziometri, bussole, fotocamere digitali, cavalletti, dendrometri) evitando defatiganti sequenze di configurazione. Al di là dei requisiti *hardware* propedeutici a tali operazioni, spesso sono le funzioni *software* che devono gestire efficacemente queste comunicazioni fra dispositivi;
- gestione "intelligente" di informazioni multi-mediali: acquisizione di immagini e audio-appunti georiferiti, con memorizzazione in archivi opportunamente progettati;
- elaborazioni spaziali e sugli attributi, con produzione di nuova informazione in tempo reale in campo.

Quest'ultimo punto può essere considerato la *core activity*, e la sfida attualmente più stimolante, nello sviluppo di applicativi per il *mobile GIS*.

Tutte queste necessità devono poter essere soddisfatte con strumentazione piccola e leggera, robusta, non troppo costosa, dotata di buona autonomia, con modalità sufficientemente trasparenti da non distogliere eccessivamente l'operatore forestale dalle proprie osservazioni e analisi. Quest'ultima considerazione è alla base di una delle critiche che più spesso vengono rivolte, non senza ragione, a chi promuove la diffusione di tecnologie avanzate nel rilevamento forestale. Un atteggiamento pragmatico nei riguardi delle tecnologie da impiegare non deve tuttavia costituire un pregiudizio per rifiutarle aprioristicamente, rifugiandosi nel rassicurante ma limitato alveo delle pratiche consolidate.

Applicazioni sviluppate ed esperienze d'uso

Negli ultimi cinque anni diverse attività di ricerca del CRA-MPF nel settore del monitoraggio e della

pianificazione forestale hanno avuto come componente fondamentale, ed in alcuni casi fondante, la progettazione e la realizzazione di applicazioni di *mobile GIS* che soddisfacessero specifiche esigenze operative per il rilievo dati in campo. Da tali progetti sono emerse importanti considerazioni su quali siano le caratteristiche fondanti del *mobile GIS* e su quali siano le esigenze maggiormente sentite dagli operatori del settore, considerazioni che si sono concretizzate nelle applicazioni di seguito descritte.

GEONOTE: un taccuino digitale per l'acquisizione in campo di dati ambientali

Il progetto GEONOTE deriva dall'esperienza maturata nella progettazione degli applicativi di *mobile GIS* appositamente creati per l'inventario INFC migliorando ed estendendo le funzionalità di raccolta dati, di navigazione verso punti obiettivo e di posizionamento GPS all'interno di una unica applicazione adattabile a molteplici attività di monitoraggio, sia ordinario sia riferito ad uno specifico progetto.

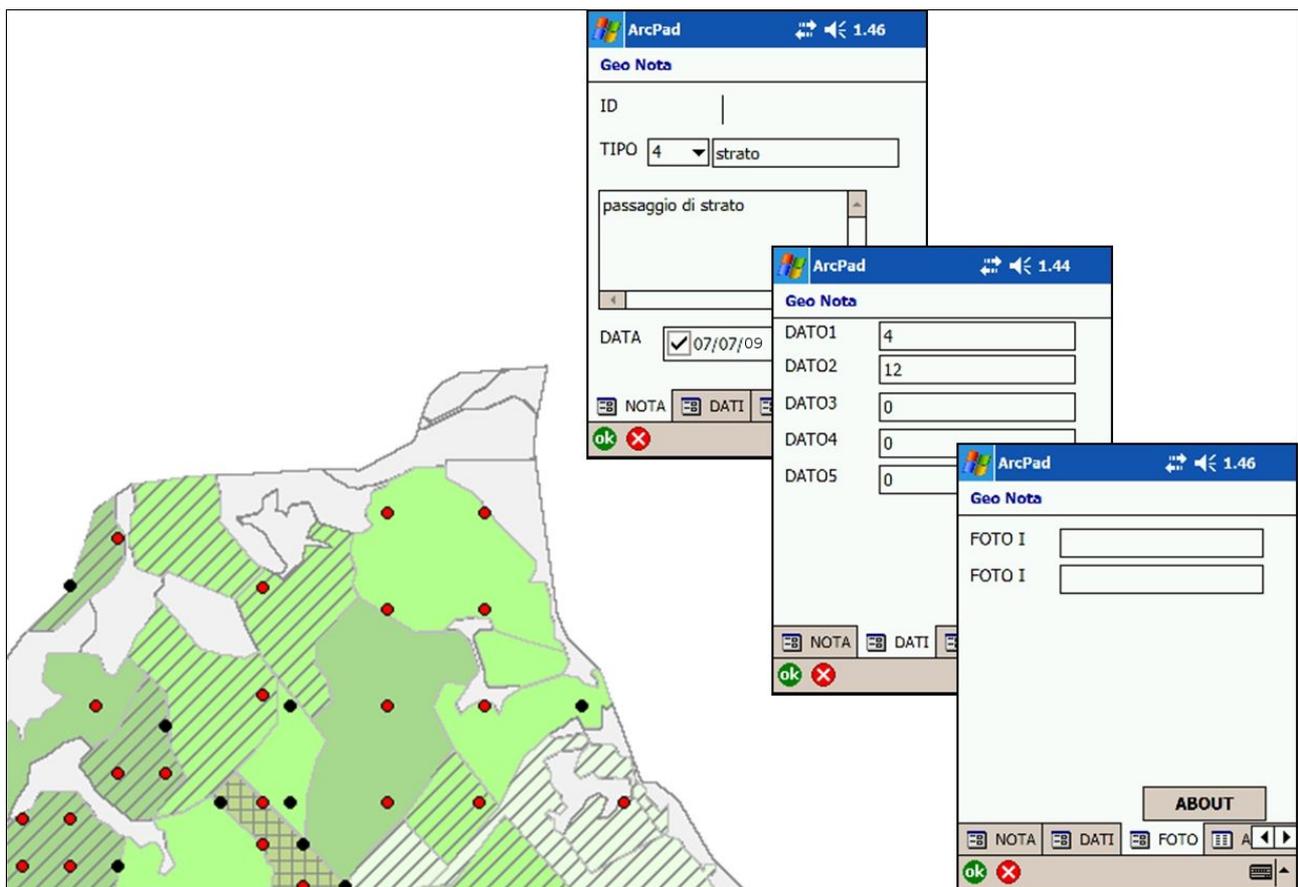


Fig. 1 - Con il software GEONOTE è possibile definire direttamente in campo nuove categorie di oggetti territoriali, ciascuno corredato di specifici attributi, e con simbologie diversificate per un immediato riconoscimento sulla mappa digitale.

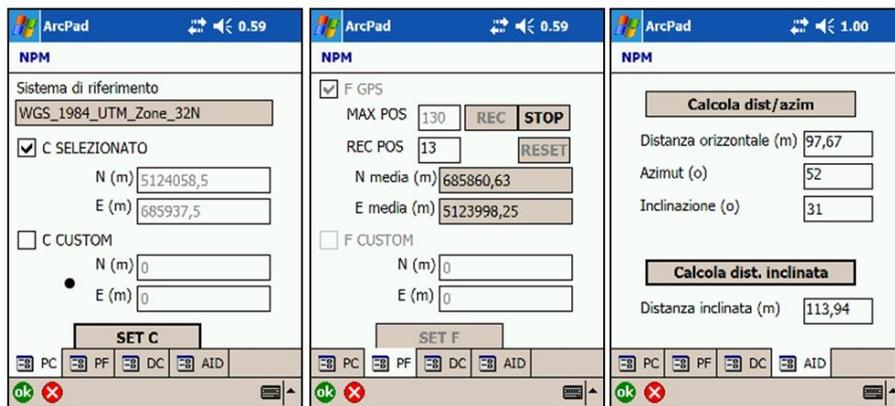


Fig. 2 - Le principali schermate del software NPM. Si individuano le funzionalità che permettono la navigazione verso punto esistente o coordinate personalizzate, il calcolo della posizione media con un numero variabile di posizionamenti istantanei, il calcolo della distanza (inclinata e orizzontale) e dell'azimut verso il punto obiettivo.

GEONOTE può essere visto come un taccuino digitale operante su di un computer palmare (PDA) in grado di registrare "post-it geo-referenziati" sui quale annotare una semplice nota testuale associata ad una data. GEONOTE fornisce, inoltre, specifiche funzionalità avanzate di navigazione e posizionamento sul territorio come il posizionamento GPS in *offset* e la navigazione da posizione GPS media. Con una struttura semplice ed agile GEONOTE soddisfa l'esigenza di disporre di un software per i rilievi in campo leggero ma allo stesso tempo dotato di funzioni specifiche per il rilievo GPS in condizioni "difficili" quali quelle sotto copertura arborea (Fig. 1).

Una ulteriore esigenza soddisfatta dall'applicativo GEONOTE è quella di essere flessibile e facilmente configurabile per l'utilizzo in progetti specifici ed in attività di rilievo generiche. GEONOTE, infatti, in utilizzo più avanzato permette all'utente di associare alla nota testuale ulteriori dati di tipo numerico e testuale organizzati in una struttura dati standardizzata ma allo stesso tempo flessibile chiamata "categoria". Una categoria è definita da un insieme di associazioni tra attributi di rilievo ed etichette descrittive, tale insieme è identificato da un codice univoco di categoria, dal nome della categoria e da una breve descrizione della stessa. Le categorie di rilievo possono essere definite in qualsiasi fase dell'attività, sia durante la progettazione del rilievo dati sia direttamente campo, permettendo in quest'ultimo caso di specificare gli attributi di un evento territoriale in presenza dello stesso.

Quando una nota viene assegnata ad una categoria già definita diventa possibile valorizzare gli attributi definiti da quest'ultima riconoscendoli dalle etichette. GEONOTE permette inoltre di gestire differenti categorie all'interno della stessa sessione di rilievo caratterizzando l'orizzontalità in termini di utilizzo dell'applicativo e rendendo lo stesso uno strumento condivisibile tra più progetti anche in simultanea. La

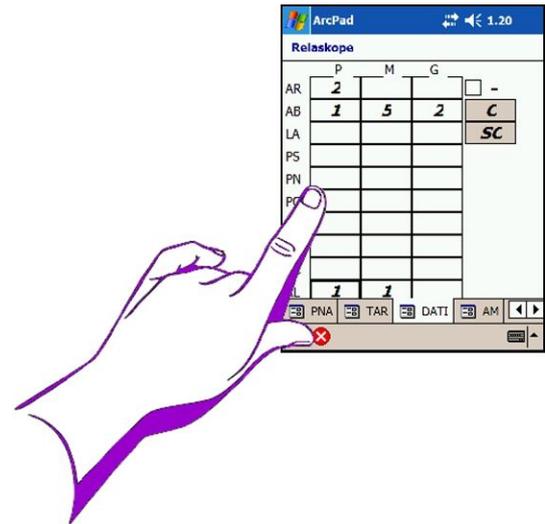
standardizzazione della struttura dati delle categorie permette inoltre l'unione dei dati rilevati da più operatori e la condivisione delle definizioni di categoria effettuate da operatori diversi, incrementando ulteriormente la flessibilità di utilizzo anche per piccoli progetti di carattere quasi "personale".

GEONOTE, in una sua verticalizzazione chiamata CFS-PARTI (Colle et al. 2009), è stato impiegato dal Corpo Forestale dello Stato in due distinte campagne di rilievo negli anni 2007 e 2008: "Progetto Orso" nel Parco Nazionale d'Abruzzo, Lazio e Molise, avente lo scopo di registrare ed interpretare nell'arco del periodo 2006-2011 la produzione delle risorse trofiche critiche per l'orso bruno marsicano; "SSIR" una iniziativa realizzata in base all'accordo stipulato tra il CFS e il ministero dell'Ambiente (Direzione generale Qualità della Vita) per la rilevazione e il monitoraggio a livello nazionale dei siti di smaltimento illecito dei rifiuti. L'applicativo GEONOTE è stato inoltre proposto all'interno del progetto "RESIA" (Scrinzi et al. 2009) ed è ora impiegato dai tecnici forestali incaricati per l'esecuzione dei piani di assestamento della Provincia Autonoma di Trento.

NPM: un applicativo per la navigazione GPS di precisione

NPM (Navigazione da Posizione Media) è un applicativo per l'elaborazione di dati GPS integrabile in altre applicazioni di mobile GIS ed indispensabile per le attività forestali dove la copertura delle chiome arboree riduce considerevolmente la qualità del segnale GPS. NPM implementa ed automatizza su di un computer palmare (Fig. 2) una efficace procedura di navigazione ispirata alle norme per il campionamento a terra adottate dalla *British Columbia Vegetation Resource Inventory Committee* per gli inventari delle risorse boschive (BCVRIC 2001, BCVRIC 2002) ed utilizzata con successo nell'inventario INFC garantendo l'individuazione sul terreno di un punto obiet-

Fig. 3 - La principale schermata di RELASKOPE permette di inserire gli alberi IN della prova relascope con un sistema di contatori incrementali gestibile con il dito di una mano. È possibile registrare separatamente diverse specie e alcune grandi categorie dimensionali degli alberi.



tivo di coordinate note, aumentando l'accuratezza congenita nell'antenna GPS in uso ed eliminando al massimo la soggettività dell'operatore (Colle et al. 2008).

La procedura di navigazione è stata progettata ed implementata inizialmente all'interno del progetto INFIC: durante la seconda fase dell'inventario più di

30.000 punti di campionamento sono stati individuati da circa 100 squadre formate da personale del Corpo Forestale dello Stato utilizzando l'implementazione di NPM all'interno del *software* di campagna in dotazione. Questo ha permesso una corretta esecuzione della procedura di navigazione verso i punti di campionamento dell'inventario come si evince dai ri-

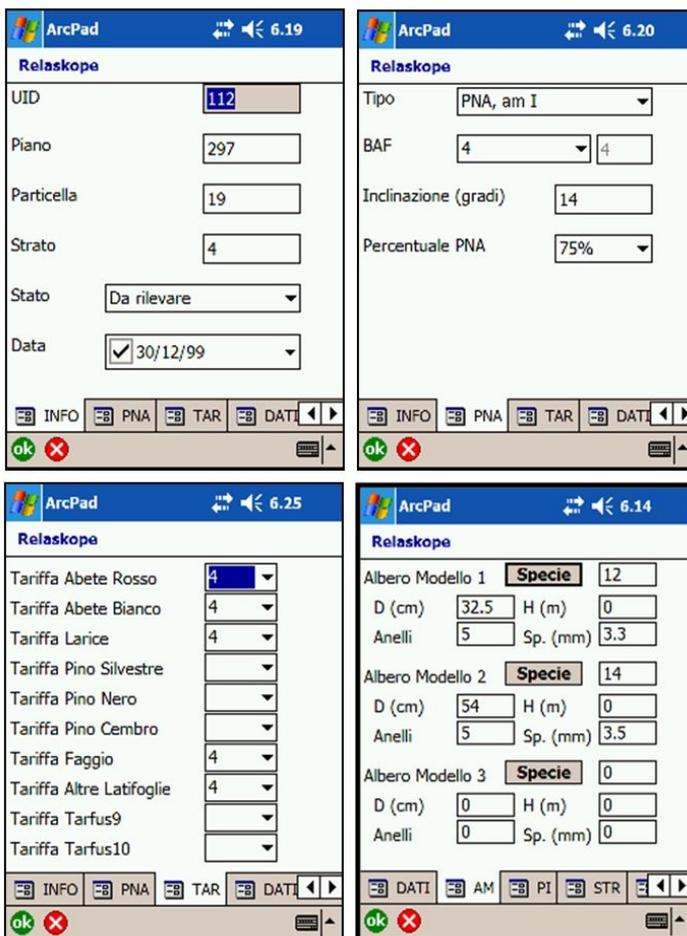
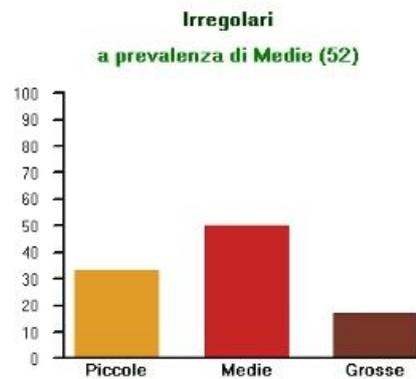
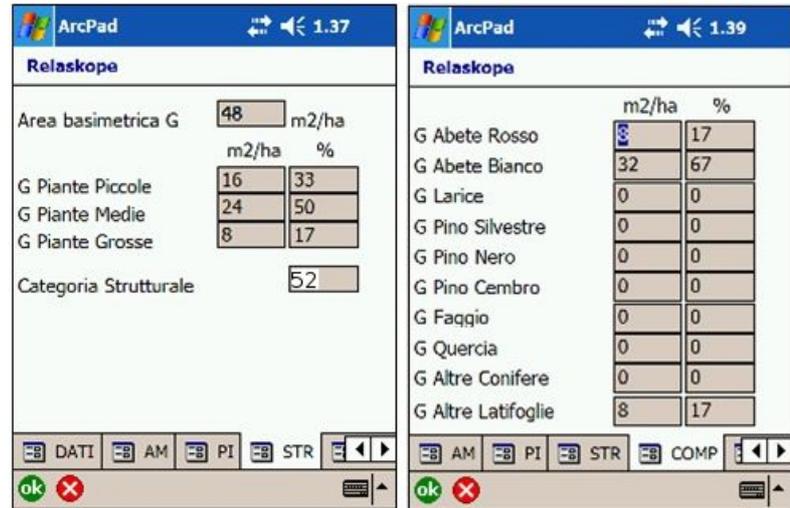


Fig. 4 - Alcune schermate di RELASKOPE che permettono di registrare: le principali informazioni "anagrafiche" del punto di campionamento (in alto a sinistra); le impostazioni della prova relascope (in alto a destra); le tariffe usate per la cubatura (in basso a sinistra); i dati relativi a eventuali alberi modello per l'altezza e per l'incremento (in basso a destra).

Fig. 5 - Alcune elaborazioni che RELASKOPE esegue in tempo reale: area basimetrica ad ettaro, totale e ripartita per grandi categorie dimensionali, con il codice della corrispondente classificazione strutturale (in alto a sinistra e in basso). Area basimetrica ad ettaro, ripartita per specie (in alto a destra).



sultati di posizionamento ottenuti: infatti circa il 90 per cento delle coordinate GPS dei punti obiettivo registrate sono risultate essere distanti meno di 5 metri dalle coordinate teoriche degli stessi (Colle et al. 2008), un dato decisamente soddisfacente visto il contesto di copertura arborea nel quale tali rilievi sono stati svolti.

NPM risulta essere, quindi, una interessante concretizzazione dell'esigenza di disporre in campo di applicativi che svolgano elaborazioni spaziali di una certa complessità e garantiscano lo svolgimento corretto di procedure di rilievo.

RELASKOPE: software per l'esecuzione di prove relascopiche

L'applicativo RELASKOPE si propone come uno strumento per l'acquisizione dei dati rilevati con una prova relascopica (prove di numerazione angolare o PNA). Esistono diverse tipologie di relascopio ottiche, meccanico-ottiche ed elettroniche; tuttavia, anche nelle realizzazioni più moderne, manca uno strumento per contare le "piante in" della PNA, possibilmente personalizzabile per le diverse tipologie di rilievo che si possono svolgere attraverso la relascopia.

RELASKOPE, implementato su di un computer palmare, permette di usare con una mano il relascopio e con la seconda, impugnando il palmare come una calcolatrice, di inserire i dati grazie ai grandi pulsanti dell'interfaccia *touch screen* dell'applicativo. Questa caratteristica di RELASKOPE consente ad una sola persona di eseguire la PNA e simultaneamente di registrarne i dati, ovvero favorisce l'idea di rilievo speditivo che sta alla base della procedura ideata da Bitterlich. La particolare matrice di pulsanti per l'immissione dati di RELASKOPE permette, in contemporanea con la registrazione di una "pianta in", anche l'assegnazione ad essa di due attributi, specie e grande classe dimensionale; questa particolarità estende la capacità dell'applicativo oltre il semplice utilizzo di contatore favorendone l'impiego in campagne di rilievo maggiormente articolate (Fig. 3).

L'applicativo RELASKOPE è progettato per calcolare automaticamente l'area basimetrica ad ettaro (G/ha) derivante dalla PNA, applicando: fattori di area basimetrica (BAF) *standard* o personalizzati, correzioni per l'inclinazione e percentuali di riduzione della PNA. RELASKOPE produce inoltre la ripartizione della G/ha per specie e classe dimensionale sia in termini

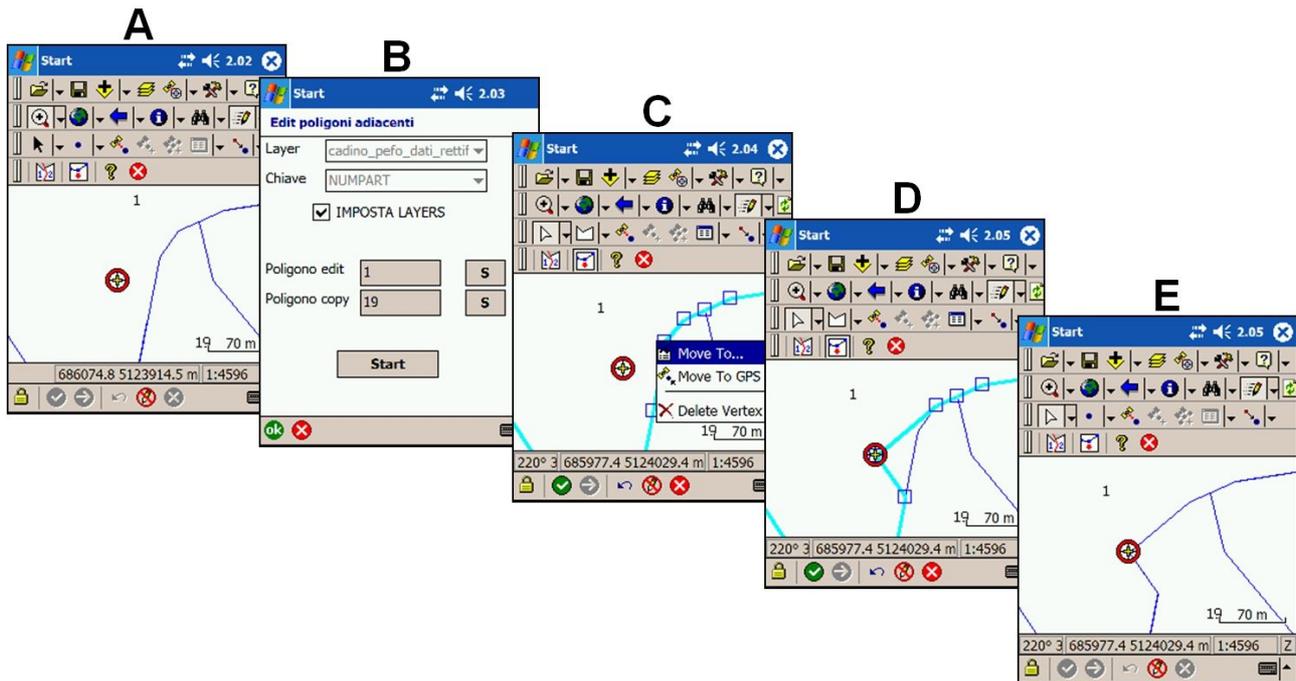


Fig. 6 - Sequenza delle operazioni in POLYGONEDIT per la modifica in campo, assistita da GPS, del perimetro di poligoni adiacenti, con rispetto delle relazioni topologiche.

assoluti che in termini di percentuale sul totale (Fig. 4). Proprio a partire dalla ripartizione di G/ha nelle grandi classi dimensionali RELASKOPE elabora attraverso un opportuno sistema di regole (Asael 1999) la categoria strutturale cui appartiene il soprassuolo (Fig. 5). Infine RELASKOPE permette di gestire direttamente su palmare le statistiche di base per campionamenti stratificati: una particolare sezione dell'applicativo calcola le medie della G/ha dei diversi punti di campionamento afferenti ad ogni singolo strato e la categoria strutturale dello strato derivante da tali medie.

Le estese funzionalità di calcolo, statistico e geo-referenziato, offerte da RELASKOPE sono un esempio innovativo di come l'elaborazione immediata in campo dei dati raccolti può tradursi in una informazione propedeutica alla prosecuzione dei rilievi: conoscere la categoria strutturale derivante dalla PNA consente di valutare i rilievi supplementari da effettuare nello stesso punto di campionamento; conoscere le medie di strato consente l'immediata verifica e correzione di rilievi "anomali", evitando un ritorno in campo dopo una sessione di controllo in ufficio.

RELASKOPE è stato progettato e sviluppato all'interno del progetto "RESIA"; scopo di tale progetto è superare lo storico metodo del controllo usato nella pianificazione trentina, basato sul cavallettamento totale, fornendo una nuova metodologia in grado di ridurre i costi dei piani e di incrementare l'informa-

zione raccolta. RELASKOPE ha permesso di scegliere un metodo di inventariazione basato sul campionamento relascopico esteso al rilievo di specie e grande classe dimensionale senza rinunciare alla speditività esecutiva delle PNA. Per il progetto RESIA, l'applicazione RELASKOPE è stata ulteriormente arricchita con un insieme di funzionalità di acquisizione dati quali: il rilievo di alberi modello per l'altezza e per l'incremento, delle piante pre-inventariali, dei cedui. L'applicativo RELASKOPE è ora utilizzato in più di quaranta piani aziendali trentini in fase di rinnovo nell'anno 2009 ed è strumento chiave per la riduzione dei costi del rilievo inventariale.

POLYGONEDIT e POLYGONIZE: editing geometrico avanzato di elementi territoriali

Tra le esigenze pratiche che si incontrano frequentemente nel rilevamento forestale vi è certamente quella di aggiornare carte tematiche pre-esistenti (particelle forestali, tipi strutturali, tipi e categorie forestali, strati inventariali, ecc.) attraverso la modifica delle caratteristiche spaziali di elementi modellizzati come poligoni. La prassi operativa più diffusa prevede che il rilevatore, nel corso delle sue perlustrazioni al suolo, annoti le correzioni spaziali di cui ravvede la necessità su supporti cartacei e poi le registri su supporto digitale in ambiente GIS *desktop* (in ufficio). È facile intuire che, sebbene l'utilizzo di rice-

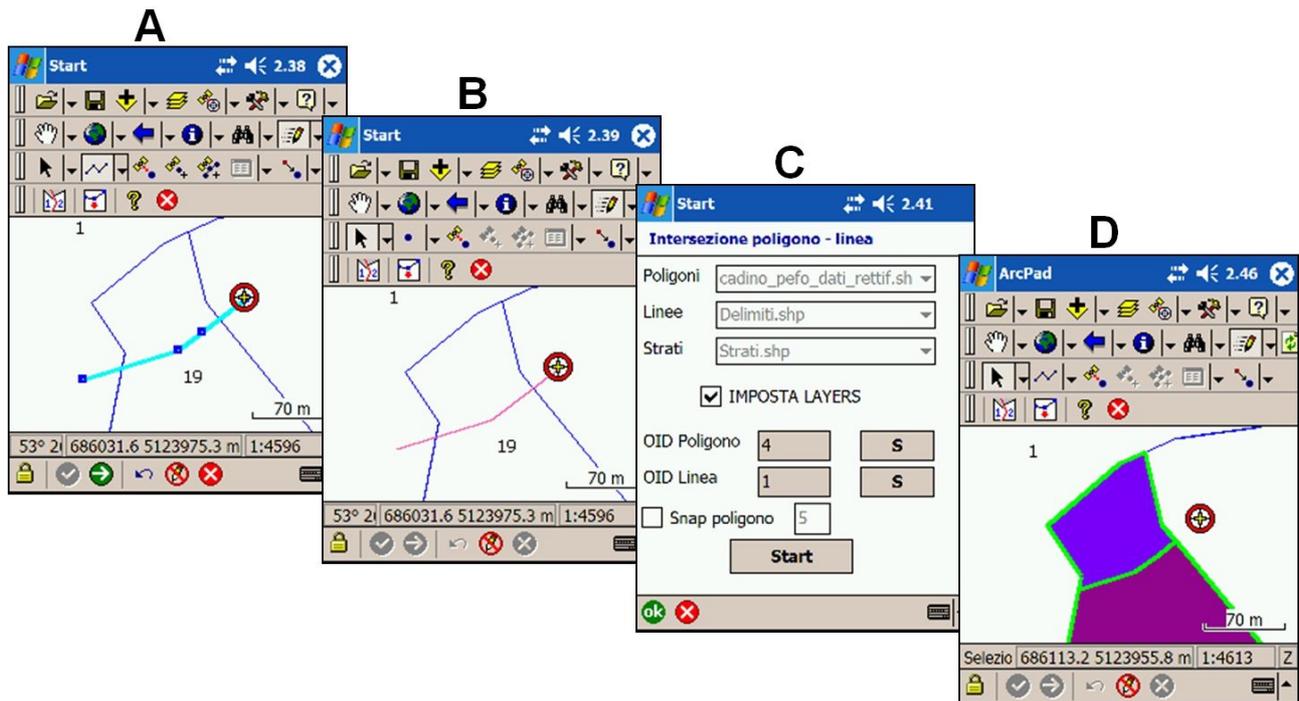


Fig. 7 - Spesso nei rilevamenti forestali è utile ripartire un poligono esistente in più poligoni omogenei al loro interno. POLYGONIZE consente di eseguire questa operazione in campo, rilevando solo le linee che separano le diverse sezioni, senza dover ripercorrere il perimetro dell'intero poligono.

vitori GPS ancorché di tipo speditivo sia oggi piuttosto diffuso in questo tipo di attività, rimane difficoltoso gestire il passaggio diretto dall'informazione posizionale fornita dal GPS all'ambiente GIS. Gli applicativi di *mobile GIS* più diffusi presentano tuttora numerosi limiti all'esecuzione di tali operazioni, soprattutto per quanto riguarda l'editing spaziale da input "misti" (inserimento di nuovi nodi/vertici e spostamento di quelli esistenti con utilizzo congiunto della posizione GPS e della digitalizzazione diretta a display) e il rispetto delle relazioni topologiche di base (archi che separano poligoni adiacenti devono essere univoci, la modifica di un poligono deve avere effetto immediato su quello adiacente). Ancora più complicata appare l'operazione di segmentazione di poligoni esistenti in sotto-poligoni che individuino criteri di classificazione di maggior dettaglio: abbastanza frequente è il caso di una pre-classificazione eseguita per foto interpretazione che necessita poi di essere segmentata in campo osservando nel dettaglio la componente compositiva del soprassuolo. In questi casi qualsiasi rilevatore vuole evitare di ripercorrere per intero il perimetro dei sotto-poligoni che si vengono a creare.

Per rispondere a queste esigenze pratiche sono stati progettati e realizzati due applicativi che permet-

tono di eseguire con modalità piuttosto semplici le elaborazioni spaziali appena descritte. Un limite operativo permane nelle dimensioni dei *display* dei dispositivi palmari, che di sicuro non consentono grande agio nell'esecuzioni di tali attività. Alternative molto più comode e performanti possono essere, in questo contesto, i *tablet PC* e gli *UMPC*.

POLYGONEDIT è dedicato alla modifica in campo, assistita da GPS, del perimetro di poligoni adiacenti, con rispetto delle relazioni topologiche (Fig. 6). L'editing dei vertici può avvenire sia manualmente (con il pennino sul *touchscreen*) se il rilevatore riconosce elementi al suolo facilmente individuabili sul supporto digitale (p. es., ortofoto), oppure "agganciando" il vertice alla posizione GPS corrente. Poiché la propria posizione GPS è costantemente visibile sul *display*, è agevolata anche la valutazione "a distanza" di determinati vertici che si trovino in posizione inaccessibile al suolo. Una funzionalità apposita, molto snella, permette di "copiare" istantaneamente la modifica apportata al perimetro di un poligono su quello adiacente, superando un limite intrinseco del formato *shape* che non gestisce la topologia piena.

POLYGONIZE gestisce la segmentazione di un poligono esistente in due o più sotto-poligoni (Fig. 7). L'operatore può scegliere di eseguire la modifica sul

layer esistente (in questo caso i nuovi poligoni ereditano tutti gli attributi del poligono "padre") oppure di creare un nuovo layer con gli esiti della segmentazione, la cui struttura dei campi di database potrà essere definita a piacimento nei limiti del formato dbf.

Nel complesso applicativi quali POLYGONEDIT e POLYGONIZE, e per certi aspetti anche GEONOTE, accolgono un tipo di informazione che scaturisce dall'uso integrato di più punti di vista simultanei. Infatti il rilevatore può fruire della contemporanea vista dall'alto (su uno o più supporti telerilevati digitali) e della prospettiva naturale del popolamento boscato in cui si trova.

Conclusioni e discussione

In questo lavoro sono state illustrate alcune considerazioni emerse negli ultimi anni riguardo gli applicativi di *mobile GIS* per il settore forestale e su quali fossero le esigenze insoddisfatte nel loro utilizzo in campo; in relazione a quanto emerso sono state descritte alcune soluzioni progettate e sviluppate dal gruppo di lavoro in Geomatica forestale del CRA-MPF ed i risultati ottenuti in diverse campagne di rilievo. Si è cercato, infine, di mettere in evidenza come l'utilizzo di tecnologie per il rilievo digitale in campo e la navigazione GPS non debbano limitarsi all'attività di acquisizione dati ma piuttosto essere evolute a vere applicazioni di *mobile GIS* introducendo funzionalità di elaborazione territoriale direttamente in campo.

Indubbiamente il trend tecnologico attuale, dopo aver concluso con successo la rivoluzione digitale dei sistemi informatici geografici, sta portando in molti settori lavorativi ad una massiccia introduzione delle nuove tecnologie anche nelle attività esterne integrando con successo soluzioni informatiche e di geo-referenziazione assistita da GPS. Tale passaggio porterà ad un ovvio abbandono del rilievo dati mediante supporto cartaceo a favore di tali tecnologie, così come ormai gli applicativi di *word processing* hanno superato la scrittura a mano. Esistono certamente numerosi applicativi sviluppati per specifici progetti forestali; tuttavia la scarsa flessibilità di tali *software*, complessi e spesso appesantiti da funzioni ed interfacce personalizzate, scoraggia l'abbandono delle vecchie metodiche nelle attività di rilievo ordinarie non legate ad un progetto, ritardando quel passaggio al digitale che già in altri settori è avvenuto. L'utilizzo del *mobile GIS* rimane dunque per ora relegato a pochi "tecnologi" forestali che riescono a sfruttare la loro creatività nell'adattare allo specifico contesto soluzioni nate per altri utilizzi.

Il settore forestale, in Italia in particolare, sconta un ritardo nell'introduzione delle nuove tecnologie e, quindi, del *mobile GIS*, anche a causa di una operatività in contesti "difficili" e geograficamente remoti per i quali l'introduzione di una tecnologia richiede robustezza, affidabilità e leggerezza. Chiaramente in tale contesto spesso i metodi sono condizionati dalle tecnologie impiegabili, ma non si deve correre il rischio di renderli completamente subalterni ad esse e nella loro messa a punto è necessaria una visione prospettica, realistica ma al tempo stesso coraggiosa, delle possibilità che la geomatica forestale può fornire in virtù di alcuni suoi sicuri sviluppi nell'orizzonte temporale di breve e medio termine, insieme alle probabili riduzioni dei costi di accesso a tecnologie che oggi appaiono sofisticate.

Se nel settore forestale il *mobile GIS* è ancora una realtà in corso di introduzione è già chiaro come la sua evoluzione porterà di certo a quella che viene definita realtà aumentata (*augmented reality*) ovvero alla sovrapposizione sul reale di livelli informativi virtuali geo-referenziati, eventualmente anche elaborati in campo sulla base dei rilievi svolti. Già ora la visualizzazione sullo schermo del palmare di strati informativi (foto aeree, multispettrali o strati LiDAR) centrati sulla propria posizione GPS permette una interpretazione della realtà, associandola con ulteriori informazioni; tuttavia, nel momento in cui l'evoluzione tecnologica già in atto dei dispositivi per *mobile GIS*, che li avvicina alle prestazioni di computer *desktop*, permetterà realistiche ricostruzioni 3D degli scenari forestali, gli elementi che aumentano la realtà potranno essere sovrapposti direttamente alla nostra visione e si potranno sviluppare per il settore forestale applicazioni di realtà aumentata quali: simulazioni realistiche dell'effetto di determinati interventi (p. es., tagli, rimboschimenti, opere forestali) oppure alla sovrapposizione grafica di informazioni non visibili (p. es., colorazione di porzioni di soprassuolo in base alla biomassa stimata).

Bibliografia

- Asael F (1999). Peuplements forestiers du massif Vosgien. Typologie et sylvicultures. ONF, CRPF de Lorraine-Alsace, France.
- BCVRIC (2001). Ministry of forests procedures and guidelines for operational forest resource survey and mapping using global positioning system technology. British Columbia Resource Inventory Committee, BC, Canada. [online] URL: <http://www.for.gov.bc.ca/ric>
- BCVRIC (2002). Vegetation resources inventory. Ground sampling procedures. British Columbia Resource Inven-

- tory Committee, BC, Canada. [online] URL: <http://www.for.gov.bc.ca/ric>
- Colle G, Floris A, Marzullo L, Piccoli D, Pompei E, Scrinzi G (2009). CFS-PARTI: software di mobileGIS ad "architettura flessibile" per la raccolta di dati ambientali georeferenziati. Atti della 13a Conferenza Nazionale ASITA, Bari (Fiera del Levante) 1- 4 dicembre 2009, pp. 735-741.
- Colle G, Floris A, Scrinzi G, Tabacchi G, Cavini L (2008). The Italian national forest inventory: geographical and positioning aspects in relation to the different phases of the project. In: "Proceedings of the eighth annual forest inventory and analysis symposium" (McRoberts RE, Reams GA, Van Deusen PC, Mc Williams WH eds). CA. Gen. Tech. Report WO-79, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Washington, DC, pp. 1-8.
- ESRI (2007). GIS Best Practices. Mobile GIS. [online] URL: <http://www.esri.com/mobilegis>
- Floris A, Gasparini P, Scrinzi G, Tabacchi G, Tosi V (2004). INFC Manuale di campagna per i rilievi di seconda fase. ISAF/MIPAF, Corpo Forestale dello Stato, Roma, pp. 1-182.
- Mattioli W, Alivernini A, Di Paolo S, Portoghesi L, Giuliarelli D (2009). Field-Map: uno strumento innovativo al servizio della selvicoltura. Atti della XIII Conferenza Nazionale ASITA, Bari 1-4 Dicembre 2009, pp. 1411-1416.
- Scrinzi G, Clementel F, Colle G, Floris A, Galvagni D, Gecele S, Marzullo L (2009). Soluzioni statistico-matematiche, informatiche e tecnologie per la nuova pianificazione forestale aziendale trentina. Atti del III Congresso Nazionale di Selvicoltura, Taormina 15-18 ottobre 2008, pp. 915-920.
- Tabacchi G, Scrinzi G, Tosi V, Floris A, Paletto A, Di Cosmo L, Colle G (2006). INFC Procedure di posizionamento e di rilievo degli attributi di terza fase (con istruzioni per l'impiego degli applicativi NAV3 e RAS3). ISAF/MIPAF, Corpo Forestale dello Stato, Roma, pp. 1-292.
- Vopenka P, Cerny M (2006). GIS aided Statistical Forest Inventory in Transcarpathia, Ukraine. ArcNews, Vol. 27, No. 4.
- Wolynski A, Zanin M, Scrinzi G (2009). Revisione della pianificazione forestale in Trentino a cinquant'anni dall'adozione della selvicoltura naturalistica. Atti del III Congresso Nazionale di Selvicoltura, Taormina 15-18 ottobre 2008, pp. 928-932.