

Geomatica forestale: definizioni ed esempi applicativi

Bologna S., Chirici G., Travaglini D.

geoLAB, Laboratorio di Geomatica, Dipartimento di Scienze e Tecnologie Ambientali Forestali, Università degli Studi di Firenze. Via S. Bonaventura, 13, I-50145 Firenze (Italy). Tel.: +39 055 30231221, Fax: +39 055 319179, e-mail: stefano.bologna@unifi.it.

Riassunto

Nell'ottica delle più recenti politiche internazionali a sostegno di un uso sostenibile delle foreste (MCPFE, FORESTFOCUS, etc.), le applicazioni di geomatica possono permettere la derivazione efficace ed efficiente di informazioni utili alla gestione del patrimonio boschivo a differenti livelli di scala. In particolare, le possibilità introdotte dall'utilizzo di informazioni telerilevate ad altissima risoluzione integrate con tecniche GPS per il rilievo georeferenziato di informazioni a terra e la modellistica GIS per le analisi su base geografica, permettono l'acquisizione e a derivazione di informazioni utili per impostare una corretta gestione forestale. Al termine di una breve introduzione generale sulle applicazioni di geomatica nel settore forestale vengono illustrati i risultati ottenuti in tre differenti ambiti operativi sviluppati a scala locale (1:5000 – 1:10000) e in diverse condizioni ambientali e gestionali.

Abstract

Geomatic applications allow to derive effective and reliable information for forest management at different scale. Remote sensing data with very high spatial resolution combined with field survey georeferenced by GPS and the use of GIS modelling allow to acquire, analyze and derive useful informations for sustainable forest management. After a short introduction on the application of geomatic in forest activities, results obtained in three different operative compass developed in Italy at local scale (1:5000 – 1:10000) are shown.

Introduzione

La tutela del territorio e il suo corretto utilizzo sono tematiche comunemente affrontate da chi si occupa di pianificazione ambientale. Allo stesso modo un corretto e consapevole sviluppo del territorio rurale è esigenza sempre più sentita sia dagli enti pubblici, sia dai comuni cittadini.

Tutto questo porta l'amministratore del bosco e del territorio rurale a dover quotidianamente risolvere problemi non solo economico-legali ma anche tecnico-pratici. Si fa riferimento in particolare alla risoluzione di problematiche di carattere strettamente operativo, in relazione alle nuove forme di gestione olistica (multifunzionale) orientate verso un impiego più specifico ed integrato delle risorse aziendali.

Strumento essenziale per il *decision maker* forestale è quindi la piena conoscenza del territorio. Se in passato queste informazioni potevano esser proprie solo dell'esperienza sul campo e della conoscenza storica dell'azienda, materializzandosi nella persona del tecnico che le gestiva, oggi questi dati possono esser facilmente inseriti in un Sistema Informativo Territoriale – SIT (Biallo, 2002; Gomasca, 2004).

Tecnologie tra loro differenti, quali sistemi GPS per la localizzazione di precisione degli oggetti, telerilevamento aereo e satellitare per la raccolta di dati in continuo, vengono integrate con sistemi GIS per acquisire, elaborare e analizzare dati per la definizione delle future scelte gestionali e la redazione di piani d'intervento come quelli di assestamento o di gestione forestale (Toccolini, 1998).

I forestali per la redazione dei piani di gestione hanno maturato una secolare tradizione di produzione cartografica, prima utilizzando tradizionali tecniche topografiche di rilievo a terra, poi divenendo esperti utilizzatori delle tecnologie GIS, GPS e di *Earth Observation*. Oggi le informazioni utili alla gestione di un comprensorio forestale, elaborate nell'ambito di un piano di gestione, sono riassunte in appositi sistemi informativi. I rilievi a terra sono generalmente georeferenziati tramite GPS e le basi cartografiche di riferimento (in genere Carte Tecniche Regionali in scala 1:10000 o 1:5000 in formato digitale) sono sempre affiancate da ortofoto digitali o da immagini telerilevate ad altissima risoluzione, anche se lo studio del bosco «dal suo interno» per apprezzare in modo completo significati e valori, strutture e connessioni e, conseguentemente, «leggere» il bosco come «sistema» è prerequisito essenziale per la corretta impostazione delle più idonee scelte di gestione forestale sostenibile (Ciancio, 2004; Ciancio et al., 2002; Chirici et al., 2002a).

La geomatica sta quindi rapidamente cambiando il tipo di approccio e l'organizzazione del lavoro nel settore della pianificazione, progettazione e gestione forestale e ambientale. Da un lato il telerilevamento digitale è in continua crescita grazie all'avanzamento di tecnologie a costi sempre più ridotti, in termini relativi. Dall'altro, a partire dagli anni sessanta la tecnologia GIS si è evoluta rapidamente in strumenti in grado non solo di soddisfare esigenze di cartografia tradizionale in modo efficace ed efficiente, ma anche di affiancarla con sofisticati modelli di analisi spaziale. In sintesi, l'impetuoso sviluppo della geomatica ha permesso in pochi anni il passaggio da un approccio «statico-tradizionale» a uno «dinamico» nel rilevamento, elaborazione e restituzione grafica dei dati geografici. Lo sviluppo delle capacità informatiche di acquisizione, immagazzinamento, catalogazione, gestione, elaborazione e utilizzo dei dati geografici ha portato e sta portando non solamente a un rapido miglioramento delle funzionalità complessive dei sistemi interessati, ma anche a cambiamenti sostanziali nell'approccio stesso alla gestione forestale. L'innovazione in geomatica lascia intravedere un modo di lavorare che mette oggi in secondo piano approcci basati sulla progettazione puntuale e gerarchica delle elaborazioni, a favore di una più larga autonomia creativa. Di seguito vengono illustrati alcuni esempi di applicazione della geomatica per la gestione di specifici comprensori forestali.

Il SIT per la gestione delle risorse forestali di un'azienda Agriturismo-Venatoria

La superficie dell'azienda Agriturismo-Venatoria San Biagio Agri srl, ubicata a cavallo tra il settore centro-orientale del Comune di Castagneto Carducci (LI) e il settore centro-occidentale del Comune di Monteverdi Marittimo (PI), si estende su 1385 ettari. L'area è ripartita su 12 ettari di coltivi, 1362 ettari di bosco e 11 ettari di improduttivo. La tipologia forestale prevalente è il ceduo di sclerofille con presenza diffusa di leccio, sughera, orniello e cerro. La fisionomia più frequente è quella di un ceduo o di un arbusteto molto denso ed intricato composto da leccio con numerosi arbusti-alberelli sclerofilli (corbezzolo, fillirea, lentisco, mirto), oltre ad arbusti pionieri (eriche e ginestre) e alcuni possibili elementi del bosco di caducifoglie, come per esempio l'orniello.

L'attività selvicolturale, come spesso accade, si è modificata nel tempo; fino al 1994 la proprietà eseguiva tagli a scelta su ampie superfici senza un preciso criterio assestamentale, successivamente è stato realizzato un primo piano dei tagli di durata decennale che interessava 500 ettari aziendali. Tuttavia per varie ragioni il piano è stato disatteso e la situazione della proprietà forestale è quindi risultata assai complessa ed eterogenea. Nel 2000 l'azienda si è dotata di un SIT con il preciso scopo di meglio gestire il territorio nel tempo e nello spazio.

La nuova cartografia numerica dell'azienda costituisce oggi la base informativa per la pianificazione delle utilizzazioni forestali e di ogni altra attività presente e futura. Ai tradizionali metodi di rilievo in campagna si è affiancato l'uso diffuso del GPS, particolarmente utile per quantificare e localizzare l'estensione delle tagliate in fase di programmazione degli interventi, ma anche per verificare dopo l'utilizzazione l'effettiva superficie percorsa, potendo così aggiornare il sistema.

Tutte le elaborazioni seguono un approccio raster a livello di pixel (e solo successivamente aggregate a livello di particella) con passo di 5 m (ogni pixel rappresenta quindi una superficie di 25 m²), idoneo per una rappresentazione cartografica in scala nominale di 1:10000.

La base geografica di riferimento è costituita dalla Carta Tecnica Regionale digitale in scala 1:10000, completata dalle seguenti informazioni: fotointerpretazione dell'uso e copertura del suolo su ortofoto digitali, rilievo aggiornato della viabilità aziendale eseguito con strumentazione GPS e realizzazione di una rete di aree di saggio georeferenziate.

Al fine di predisporre il piano delle utilizzazioni forestali per l'azienda, è stato necessario determinare, per ogni pixel del comprensorio forestale, l'entità della provvigione legnosa, il prezzo degli assortimenti ritraibili e i costi di utilizzazione. Tali valori sono influenzati dalle caratteristiche stazionali della particella (pendenza del suolo, accidentalità, accessibilità), dalla scelta dell'imposto, dalla viabilità e dal punto di esbosco della particella, scelte a carico del gestore dell'azienda ma che oggi sono supportate dal SIT aziendale e dalla modellistica ivi sviluppata.

Infatti, tramite elaborazione su base GIS sono state prodotte una serie di cartografie tematiche a supporto delle scelte gestionali, tra le quali: una mappa dell'accessibilità, pesata sulla base della pendenza del terreno e del tipo di vegetazione presente; una di uso/copertura del suolo, costruita per fotointerpretazione di immagini AIMA del 1996 e successiva campagna di rilievi a terra; una mappa del valore di macchiatico dei boschi di proprietà dell'azienda, ottenuta sottraendo il costo delle utilizzazioni forestali dal valore degli assortimenti ritraibili (Figura 1).

Il sistema informativo messo a punto ha permesso di rivedere i criteri di vendita del legname prodotto: la stima del valore di macchiatico viene ora utilizzato come base d'asta per la vendita dei soprassuoli in piedi, mentre prima i lotti venivano venduti sulla base di un prezzo fisso ad ettaro. La pesa e la cubatura sterica del materiale abbattuto permette poi di quantificare con precisione la massa prelevata e di correggere le stime predette con i dati acquisiti in aree di saggio a terra. Sulla base di questa semplice procedura la base informativa creata viene costantemente aggiornata e migliorata. Il processo di revisione periodico del piano (tradizionalmente decennale) scompare a favore di un costante aggiornamento su base annuale delle informazioni inserite nel Sistema Informativo Territoriale dell'Azienda.

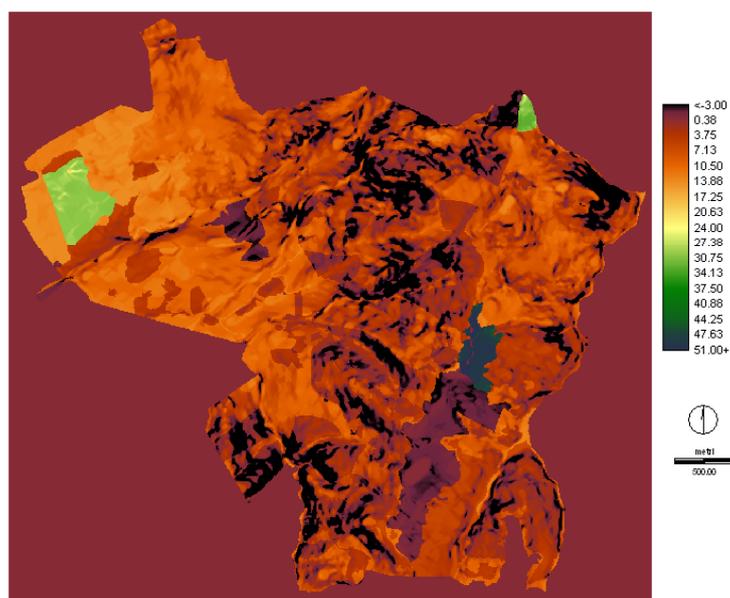


Figura 1 - Carta del valore in piedi del soprassuolo riferito all'imposto di esbosco individuato. In legenda il valore di macchiatico in euro per pixel (25 m²).

Il SIT di una proprietà forestale comunale

La Versiliana è una tenuta forestale di circa 70 ettari situata a stretto contatto del centro abitato di Marina di Pietrasanta (Lu). Nel 1953 la tenuta è stata dichiarata bellezza naturale e paesaggistica di notevole interesse pubblico, tutelata ai sensi della legge 1497/39. Nel 1980 è divenuta proprietà del Comune di Pietrasanta che ne ha disposto la destinazione a parco pubblico (Tomei et al., 1986).

Da un punto di vista vegetazionale l'area ospita due formazioni forestali che prevalgono per estensione: la pineta litoranea di pino domestico (30 ettari) e il bosco misto di latifoglie mesofile (17 ettari). A queste se ne aggiungono altre limitate a piccole superfici, quali: la pineta mista di pino domestico e pino marittimo (5 ettari), la pineta di pino marittimo (3 ettari), la lecceta (5 ettari), il pioppeto (1 ettaro), l'alneto di ontano nero (ettari ha) e i popolamenti di specie aliene (robinia e ailanto, 3 ettari).

Nel corso degli ultimi venticinque anni la gestione forestale della Versiliana si è basata su un piano decennale agricolo-forestale (Cavalli, 1988) e su altri piani d'intervento colturale di durata annuale. Nel 2004 è stato completato il nuovo piano di gestione decennale della foresta, che oltre a essere dotato di tradizionali documenti è supportato da un SIT dove sono raccolte gran parte delle informazioni acquisite sulla tenuta. Il SIT ha costituito l'ambiente di lavoro per la produzione di cartografia tematica da allegare al piano e per impostare alcune scelte di carattere gestionale. Il *database* geografico, appoggiato al sistema di coordinate Gauss Boaga ovest, Datum Roma 40, raccoglie vari strati informativi in formato raster e vettoriale acquisiti presso *data provider* ufficiali (sportello cartografico della Regione Toscana, Agea, Telespazio), o con strumentazione GPS o derivati in ambiente GIS con tecniche di telerilevamento e di *editing* manuale. Allo stato attuale la banca dati del SIT è costituita dalla Carta Tecnica Regionale (1:10000) formato raster, da ortofoto digitali, una scena satellitare multispettrale QuickBird comprensiva di banda pancromatica con risoluzione geometrica di 0,7 m, carta della zonizzazione della foresta, carta particellare, carta della viabilità, carta della vegetazione forestale, carta delle aree di saggio strutturali, carta delle emergenze e carta degli interventi. Il palmare GPS dotato di *software* GIS è stato impiegato per localizzare in foresta i punti di rilievo dendrometrico e strutturale, per delimitare i tratti di pineta invasi da specie indesiderate (robinia e ailanto) e per acquisire le superfici a rischio d'invasione, per tracciare fasce parallele alla viabilità dove eseguire ripuliture del sottobosco e effettuare periodici interventi di potatura dei pini. Il GPS è inoltre servito per aggiornare e verificare a terra la validità operativa della cartografia prodotta, in particolare della carta particellare e della carta della vegetazione, la prima ottenuta per digitalizzazione del particellare allegato al piano del 1988, la seconda derivata per fotointerpretazione di una immagine falso colore QuickBird ad altissima risoluzione (Figura 2). In fase di programmazione dei lavori le informazioni acquisite con GPS hanno permesso di prevenire i costi di diverse operazioni colturali e di pianificare la loro distribuzione nel tempo e nello spazio in relazione alle urgenze riscontrate a terra (carta delle urgenze e degli interventi). A esempio è stato possibile quantificare le superfici da rimboschire e il numero di piantine di pino e leccio da mettere a dimora nelle aree invase da robinia e ailanto una volta stabilito il sesto d'impianto, oltre alle superfici da percorrere con decespugliatore per le operazioni di ripulitura. Inoltre è stato preventivato il costo di spesa delle operazioni di potatura conoscendo il numero e la posizione delle piante su cui intervenire. La carta particellare e la carta della vegetazione in formato digitale costituiscono due preziosi strati informativi a supporto dei tecnici comunali incaricati di seguire la gestione diretta della tenuta. Il database del particellare contiene per ciascuna particella varie informazioni tra cui l'estensione in ettari, la quantificazione di comuni attributi dendrometrici ottenuti con rilievi a terra nelle aree di saggio strutturali o con aree relascopiche individuate con criterio parageometrico, l'indicazione dell'anno in cui la particella deve essere sottoposta a intervento e il tipo di operazione prevista. La carta della vegetazione permette di conoscere l'estensione e la distribuzione delle differenti formazioni forestali e rappresenta il punto di partenza per istituire una efficace azione di monitoraggio della realtà forestale. Il SIT si configura come uno strumento dinamico che può essere integrato di ulteriori informazioni e aggiornato in continuo monitorando nel tempo le dinamiche che investono la tenuta

della Versiliana, con particolare attenzione alla inevitabile comparsa di nuove emergenze, considerata la prevalente funzione di parco pubblico che essa oggi svolge.

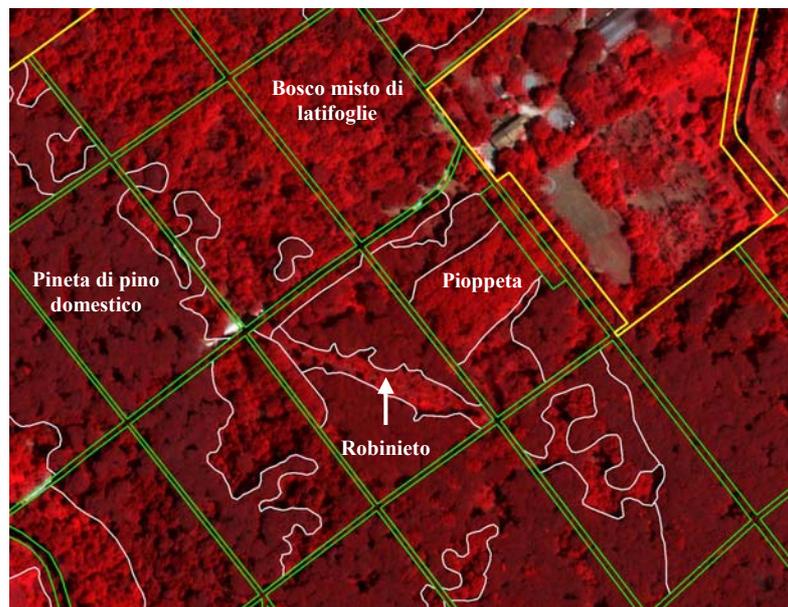


Figura 2 - Immagine falso colore Quick Bird fusa con la banda pancromatica. In giallo i limiti delle superfici incluse nel piano, in verde i limiti di particella, in bianco i confini tra le classi forestali cartografate.

Il SIT della Riserva Naturale Biogenetica di Vallombrosa

Ormai da alcuni anni il laboratorio di geomatica dell'Università di Firenze, geoLAB, acquisisce informazioni storiche sulla foresta di Vallombrosa, prodotte a partire dal 1876, anno di pubblicazione del primo piano di assestamento forestale redatto per la foresta (Chirici et al., 2002b). Le informazioni di volta in volta reperite sono convogliate in un apposito SIT, recentemente utilizzato per realizzare il nuovo piano di gestione della riserva, che una volta completato, affiancherà i tradizionali documenti di progetto e sarà a disposizione dell'amministrazione forestale competente. Il SIT è oggi dotato di una ampia banca dati geografica inquadrata nel sistema di riferimento Gauss Boaga ovest, Datum Roma 40. La base cartografica di riferimento è la CTR digitale in scala 1:10000, oltre alla copertura di ortofoto digitali. A questi due strati informativi di base si aggiunge la nuova carta particellare, peraltro coincidente con quella del 1970, e la serie storica di mappe particellari, la carta dei comparti culturali, la carta delle aree di saggio, il modello digitale del terreno e la carta della viabilità, elaborata per derivare la carta dell'accessibilità della foresta, utile per pianificare le operazioni d'intervento colturale. Ulteriori cartografie sono in corso di realizzazione per supportare le scelte future e impostare una corretta gestione forestale. Anche in questo caso si è fatto uso di un palmare GPS dotato di *software* GIS, che si è rivelato particolarmente utile durante la campagna di rilievi in bosco, sia per localizzare e materializzare a terra i centri delle aree campione rendendole così permanenti, sia per ricercare i confini di particella in fase di descrizione qualitativa dei soprassuoli. Infatti, tradizionalmente la divisione della foresta in unità colturali (le particelle forestali) viene materializzata segnando con apposita simbologia le piante di confine tra una particelle e l'altra. I segni tracciati con vernice o materiale affine in occasione dell'ultimo piano di gestione, che risale al 1970, nella maggior parte dei casi oggi non sono più facilmente visibili, comportando un allungamento dei tempi di lavoro. In questo senso la possibilità di caricare sul GPS la carta particellare ottenuta per digitalizzazione della mappa del 1970 e visualizzare a video la posizione dell'operatore rispetto al confine ricercato ha accelerato la fase di rilievo a terra. Il SIT svolge inoltre una importante funzione didattica per gli studenti iscritti

ai corsi di Laurea in Scienze Forestali e Ambientali, soprattutto nel corso delle esercitazioni che tradizionalmente si svolgono nel centro didattico del Paradisino, sito all'interno della foresta di Vallombrosa.

Conclusioni

Le esperienze maturate costituiscono un'importante esperienza pratica di applicazioni di geomatica nel settore forestale.

Attraverso modesti investimenti anche piccole realtà locali pubbliche o private possono dotarsi di un semplice ma completo Sistema Informativo Territoriale con il quale pianificare e ottimizzare la gestione forestale anche in funzione dei recenti criteri di sostenibilità identificati nell'ambito dei processi internazionali di certificazione.

Bibliografia

Biallo G. (2002), *Introduzione ai Sistemi Informativi Geografici*. MondoGIS, Roma, 2002.

Cavalli S. (1988), *Piano decennale agricolo-forestale della Versiliana 1988-97*. Comune di Pietrasanta. Regione Toscana.

Chirici G., Corona P., Marchetti M., Ricotta C., Travaglini D. (2002a), *Esperienze di ricerca sul monitoraggio mediante telerilevamento degli ecosistemi forestali a supporto di una gestione sostenibile*. Rivista Italiana di Telerilevamento, 24: 69-79

Chirici G., Ciancio O., Corona P., Travaglini D. (2002b), *Il Sistema Informativo Territoriale della foresta di Vallombrosa*. Atti della Quarta Conferenza di MondoGIS "In rete con la comunicazione geografica". Roma, 22/24 maggio 2002: 605-608.

Ciancio O. (2004), *Boschi e loro tipologia*. In: Italia Atlante dei Tipi Forestali. Istituto Geografico Militare, Tavola 82: 386-390.

Ciancio O., Corona P., Marchetti M., Nocentini S. (2002), *Linee guida per la gestione sostenibile delle risorse forestali e pastorali nei Parchi Nazionali*. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze.

Gomasasca M.A. (2004), *Elementi di Geomatica*. Associazione Italiana di Telerilevamento: pp. 618.

Toccolini A. (1998), *Analisi e pianificazione dei sistemi agricoli forestali mediante gis*. RAISA, Ricerche Avanzate per Innovazioni nel Sistema Agricolo, Franco Angeli.

Tomei P.E., Martelletti A., Amadei L. (1986), *La Versiliana (Pietrasanta-LU): un contributo alla conoscenza floristica e vegetazionale delle fitocenosi costiere della Toscana settentrionale*. Comune di Pietrasanta.