



C.A.I.
COMITATO SCIENTIFICO
LIGURE-PIEMONTESE-VALDOSTANO

**IL BOSCO E L'UOMO
NELLE ALPI OCCIDENTALI**

Atti del Convegno
di Saint Nicolas (Ao)
17-18 settembre '94

TELERILEVAMENTO IN MONTAGNA E SCELTE GESTIONALI PER LE AREE NATURALI

Enrico Martini

La fotografia all'infrarosso, inizialmente impiegata per identificare oggetti mimetizzati, ha trovato tutta una serie di applicazioni, nell'ultimo trentennio, soprattutto nello svolgimento di indagini sulla "lettura" del territorio e sulla qualità ambientale dei vari ecosistemi.

Dobbiamo preliminarmente distinguere le radiazioni infrarosse in "vicine" e "lontane". Le prime sono quelle prossime alla luce rossa e corrispondono a lunghezze d'onda di 800-900 nm ("nm" = nanometri; 1 nm = 1 miliardesimo di metro = 1 milionesimo di millimetro): sono utilissime per individuare lo stato di salute degli alberi, come tra breve vedremo. Le seconde corrispondono all'infrarosso termico, hanno lunghezze d'onda maggiori (fino ad un massimo di 1 mm) e forniscono lo spunto ad applicazioni militari (congegni di puntamento sensibili al calore emesso dai corpi ecc.) e scientifiche (nel campo della geologia).

Una ditta, la Compagnia Generale Ripresearee (C.G.R.), di Parma, specializzata nel telerilevamento, decise di svolgere una ricerca in un territorio italiano scelto come campione; si rivolse pertanto all'Assessorato all'Urbanistica della Regione Liguria, offrendo la sua disponibilità. I funzionari dell'Assessorato mi misero al corrente dell'iniziativa che si stava concretando e chiesero la mia collaborazione per individuare le problematiche da approfondire e le aree sulle quali concentrare la sperimentazione.

La Liguria ha un'abnorme estensione della pineta a pinastro (*Pinus pinaster*) nella fascia marittimo-collinare delle due Riviere (ben 29000 ettari); questa fitocenosi è minacciata da un emittente, la cocciniglia *Matsucoccus feytaudi*, che, giunto in provincia di Imperia dalla vicina Costa Azzurra intorno al 1975, vi ha provocato terribili devastazioni (col concorso di altri parassiti) e risulta oggi diffuso, anche se localizzato, sia nel Savonese, sia nel Genovesato (entroterra di Cogoleto, Arenzano, Sestri Levante), sia nello Spezzino (dintorni di S. Stefano Magra). L'aggressione del parassita è subdola dato che tra il suo arrivo sul pino e la comparsa di danni percepibili dall'occhio umano intercorre un tempo di latenza compreso tra 3 e 5 anni.

In risposta all'invito rivoltomi, suggerii di scattare una serie di fotografie

all'infrarosso in due aree campione aggredite dal *Matsucoccus* (Monte Bignone, entroterra di Sanremo, IM; Sciarborasca, entroterra di Cogoleto, GE): auspicavo che si potesse appurare se questa nuova tecnica consentiva di diagnosticare precocemente la presenza del parassita su alberi che all'occhio umano apparivano ancora in buone condizioni di salute e in tal modo individuare con precisione il perimetro delle aree effettivamente infestate e concentrarvi poi interventi risolutivi.

La C.G.R. effettuò i voli, ottenne una ricca documentazione e costituì un gruppo di studio di cui fecero parte il professor Leif Wastenson, Direttore del Dipartimento di telerilevamento e fotointerpretazione dell'Università di Stoccolma, il sottoscritto e vari specialisti della stessa C.G.R.

Venne svolto un proficuo lavoro di interpretazione dei fotogrammi scattati e si elaborarono tre cartografie:

1) Una carta della vegetazione reale (sulla base di una legenda da me elaborata, costituita da 19 voci relative al territorio studiato).

2) Una carta dei danni agli esemplari arborei (con cinque classi di danneggiamento).

3) Una carta della combustibilità delle fitocenosi (con 5 classi di rischio accorpanti 29 tra situazioni vegetazionali ed aree variamente antropizzate).

Il materiale elaborato, integrato da sperimentazioni effettuate negli Stati Uniti, in Svezia, nel Lazio e in Africa, costituì il nucleo principale di un libro di 141 pagine, riccamente illustrato, intitolato *Se il bosco muore*. Copia del testo può essere richiesta alla C.G.R., via Cremonese 35 A, 43010 Fontana Parma (l'invio è gratuito).

La sperimentazione effettuata, la grande esperienza del professor Wastenson, l'elevato livello di padronanza di una tecnologia complessa e raffinata da parte degli specialisti della C.G.R., mi hanno consentito di raccogliere una documentazione e di acquisire un'esperienza che volentieri metto a disposizione dei partecipanti al Convegno.

Ho potuto ulteriormente approfondire la sperimentazione in due indagini successive, svolte nelle due valli Bormida (di Spigno e di Millesimo, province di SV e AL), e nelle Alpi Liguri meridionali (Gruppo del M. Toraggio, entroterra di Bordighera, IM).

Con l'ausilio di diapositive a colori vi esporrò brevemente i risultati degli studi effettuati.

La pellicola infrarossa presenta una serie di pregi davvero peculiari, uniti ad alcuni lati non positivi. Vediamo prima i vantaggi.

Come le diapositive vi dimostreranno, la pellicola infrarossa perfora in misura incredibile la foschia atmosferica: certe immagini, di una nitidezza assoluta, danno l'impressione che tra l'aereo e il suolo non vi fosse affatto l'atmosfera, con il suo carico di vapore acqueo e di pulviscolo. Ne deriva una grande leggibilità delle foto aeree, assai migliore di quella delle immagini riprese alla luce normale.

Un secondo motivo di pregio è dato dalla possibilità di discernere nettamente gli esemplari di specie arboree le cui chiome tendono invece a confondersi alla luce naturale. Non si conosce il meccanismo attraverso il quale si ottengono variazioni modeste di riflettività alla luce visibile (il che rende abbastanza uniforme il colore delle chiome degli alberi in una normale foto aerea) mentre all'infrarosso gli stessi esemplari mostrano una risposta assai diversificata a livello di riflettività, per cui, ad esempio, un leccio appare rosso bruno e una roverella rosa pallido. L'ampia resa cromatica che viene presentata da un manto boschivo su una pellicola sensibile alle radiazioni tra 800 e 900 nm fornisce un mezzo formidabile per realizzare carte della vegetazione reale particolarmente precise. Ovviamente, trattandosi di una pellicola "falso colore", compiuta un'analisi preliminare dei tipi vegetazionali quali appaiono all'infrarosso, è necessaria una fase di verifica sul terreno, per essere certi di aver identificato le specie in base alla loro resa cromatica.

Un elemento diagnostico aggiuntivo è rappresentato dalla morfologia della chioma quale risulta dall'osservazione allo stereoscopio.

Un ulteriore pregio, forse quello più straordinario, della pellicola infrarossa "falso colore", è costituito dalla correlazione che esiste tra immagine cromatica e stato di salute dei singoli esemplari arborei. Un pino appare, all'infrarosso, di un colore rosso molto scuro; se però il suo stato di salute è compromesso, la chioma acquista una tonalità ocra, che lascia il posto ad un verde molto evidente se l'esemplare versa in condizioni ancor più preoccupanti. Alla luce visibile i medesimi esemplari possono apparire regolarmente verdi o, al massimo, affetti da una leggera clorosi.

La precocità della diagnosi sullo stato di salute degli esemplari arborei rappresenta un enorme vantaggio per il pianificatore territoriale. All'infrarosso un albero prossimo alla morte presenta una chioma che dal verde vira al grigio spento (ma a questo punto i danni appaiono evidenti anche ad occhio nudo).

Non si sa quale sia la causa della comparsa delle colorazioni ocra e verde

delle chiome di alberi in cattivo stato di salute. Non può trattarsi di un diminuito tenore di clorofilla (la sofferenza, in tal caso, apparirebbe anche ad occhio nudo); si suppone che si alteri il velo d'acqua che tappezza le cellule del tessuto a palizzata e del tessuto lacunoso del mesofillo fogliare, e questo porti ad una riflessione più marcata delle radiazioni che il nostro occhio percepisce come colori ocra o verde (e tonalità simili).

Nell'individuare danni incipienti, lo stereoscopio si rivela un ausilio insostituibile: a volte, esaminando una foto aerea all'infrarosso, un esemplare può apparire di una bella tonalità rossa, mentre, ad un forte ingrandimento, le estremità dei rami possono rivelare tonalità ocra o verdi: può trattarsi di un sintomo legato ad uno stato di sofferenza temporaneo, dovuto, ad esempio, a siccità, oppure della fase iniziale di una patologia più grave.

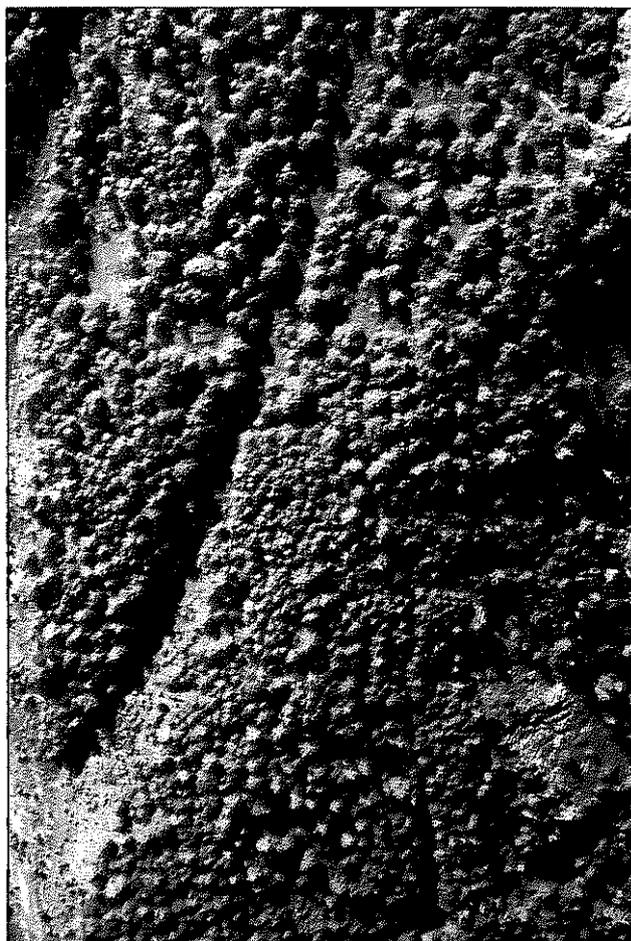
Rimane il problema di individuare la fonte del danno. Si può, a questo punto, procedere per induzione. Un colore verde generalizzato su un lembo di territorio può equivalere all'effetto di un incendio; un danno sugli esemplari di un'unica specie è, in genere, da correlare ad un attacco parassitario; una sofferenza che coinvolga esemplari di più specie arboree può configurarsi come un episodio di moria del bosco "per danni di nuovo tipo". Un danno agli alberi situati lungo crinali e su versanti a solatio, mentre migliore appaia lo stato della vegetazione arborea lungo gli impluvi e sui pendii a bacio, può essere sintomo di uno stress da deficienza idrica. Ovviamente non si può prescindere da una verifica sul terreno, quanto meno a titolo orientativo, se non generalizzata.

Veniamo ora agli aspetti problematici della pellicola infrarossa "falso colore". Si tratta di una tecnologia che richiede un alto livello di competenza e di specializzazione, ed una lunga serie di prove sperimentali allo scopo di ottenere i migliori risultati possibili. In effetti la risposta cromatica dell'infrarosso è molto legata all'altezza a cui vola l'aereo: la ripresa da una quota elevata riduce i costi (oggi esistono stereoscopi ad alta efficienza), ma porta ad un affievolimento cromatico e deve quindi essere corretta con l'uso di appropriati filtri che solo una serie di prove sperimentali è in grado di assicurare. Altre prove preliminari sono necessarie per ottenere il risultato di schiarire al massimo le ombre senza modificare la resa cromatica delle chiome degli alberi. Il trattamento, poi, della pellicola impressionata deve avvenire rispettando sequenze rigidamente standardizzate: le tolleranze su temperature, tempi, reagenti chimici sono ridotte al minimo.

Un altro problema è legato al blocco della produzione della pellicola

infrarossa: si trattava di un'esclusiva Kodak. La Kodak, però, ha deciso di soprassedere, essendo cessato l'interesse del principale acquirente, la NASA. A questo punto, la C.G.R., informata di quanto stava per accadere, avendo rapporti di collaborazione con il Geological Survey degli Stati Uniti, ha fatto incetta della pellicola disponibile. Ho verificato che la ditta non approfitta del regime di monopolio: per il campionamento all'infrarosso delle Valli Bormida, nell'ambito di una ricerca multidisciplinare patrocinata dal Ministero dell'Ambiente e dalla Regione Liguria, la copertura di 535 kmq di territorio (alla scala di 1:15000) comportò un esborso di circa 45 milioni (+ IVA).

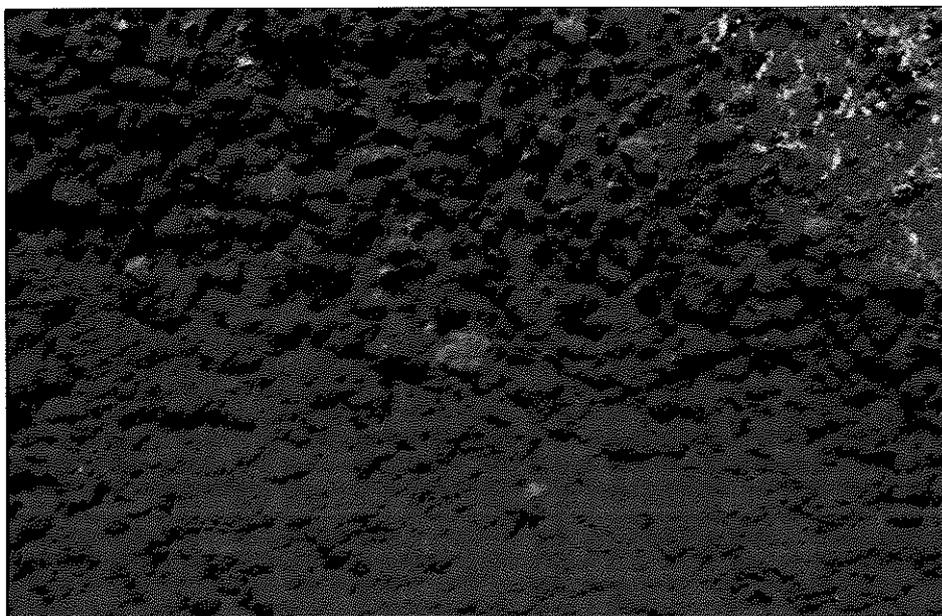
Un ulteriore aspetto che va tenuto presente è l'inutilità della pellicola



infrarossa "falso colore" nel censimento qualitativo degli arbusti e dei prati: risultati probanti si ottengono solo con la vegetazione arborea. Il campionamento dei boschi rimane comunque una premessa fondamentale per una lungimirante pianificazione territoriale, soprattutto oggi che la persistenza di lunghe fasi siccitose, gli incendi colposi e dolosi, il contatto di vaste superfici boscate con ingenti masse di

"Alpi Liguri meridionali: larici (chioma espansa) e abeti bianchi in cattive condizioni (color ocra anziché rosso); il fenomeno è riconducibile alla moria del bosco 'per danni di nuovo tipo'. All'osservazione diretta gli alberi appaiono verdegianti".

inquinanti, hanno portato ad un progressivo ed esteso deperimento delle fitocenosi arboree. La situazione è più grave, ovviamente, nelle regioni italiane interessate da problemi di dubbia stabilità dei pendii, nelle quali si verificano, periodicamente o meno, precipitazioni inusitate, in cui sia effettivo il rischio di caduta di valanghe, dove siano più estesi i danni “di nuovo tipo”, o nelle quali siano in atto gravi attacchi parassitari sulla componente arborea degli ecosistemi.



*“Entroterra di Sanremo: lecci (rosso scuro), roverelle (rosa), e pinastri (alcuni rosso scuro, altri verdi, cioè in pessime condizioni). In questo caso il colore verde è riconducibile ad un attacco parassitario: i pinastri sono aggrediti dall’Emittente *Matsucoccus feytaudi*. Notare la resa cromatica, estremamente diversa all’infrarosso, delle chiome di leccio e di rovello”*

“Per le fotografie aeree: autorizzazioni S.M.A. 1140 del 3-10-1988, 1122 del 13-11-1989; autorizzazioni I.G.M.I. 167 del 9-6-1987”.