

# Il telerilevamento aereo multi-spettrale per la mappatura degli incendi boschivi

NELL'AMBITO DEL PROGETTO SIMiB (SISTEMA INFORMATIVO DI MONITORAGGIO DEGLI INCENDI BOSCHIVI), È STATA MESSA A PUNTO E VALIDATA UNA METODOLOGIA PER MAPPARE LE AREE PERCORSE DAL FUOCO CON L'IMPIEGO DELLA PIATTAFORMA AEREA SKYARROW ERA (ENVIRONMENTAL RESEARCH AIRCRAFT). IL PROGETTO HA PORTATO ALLA REALIZZAZIONE DEL CATASTO INCENDI BOSCHIVI DELLA REGIONE LAZIO PER L'ANNO 2004.

Il DISAFRI, Dipartimento di Scienze dell'Ambiente Forestale e delle sue Risorse dell'Università della Tuscia di Viterbo ed il CNR IBIMET di Firenze, in collaborazione con soggetti privati quali la Terrasystem S.r.l. (Viterbo) e la Iniziative Industriali Italiane S.p.A. (Roma) hanno da anni attivato una linea di ricerca sullo sviluppo di sistemi di telerilevamento aereo per lo studio delle risorse ambientali, agricole e foresta-

li, caratterizzati da facilità di impiego, economicità e flessibilità d'uso.

La filosofia è quella di utilizzare vettori aerei leggeri, monomotore o bimotori, e sensori progettati e sviluppati in un contesto di continuo progresso tecnologico, che soprattutto nei campi dell'elettronica applicata ai sistemi di visione e controllo, forniscono sempre maggiori possibilità a costi relativamente bassi.

La ricerca, iniziata nel 1997, ha fra i suoi più recenti sviluppi la realizzazione del sistema DFR dedicato in particolare alla mappatura del territorio ed utilizzato nell'applicazione di seguito illustrata. Il DFR acquisisce immagini ad alta risoluzione a colori reali, multi-spettrali e nell'infrarosso termico.

L'ultima evoluzione di questa famiglia di sensori è rappresentata dal nuovo ASPIS (Advanced SPectroscopic Imaging System), attualmente in fase avanzata di realizzazione nell'ambito del progetto CET-DO-CUP (Centro di Eccellenza Tecnologico per lo studio ed il monitoraggio ambientale tramite vettori aerei). ASPIS è un sistema multi-spettrale a 4 canali selezionabili che integra, tra gli altri sensori, una piattaforma inerziale.

Le metodologie di acquisizione e trattamento del dato qui illustrate sono state impiegate per la realizzazione del Catasto Incendi Boschivi del Lazio per l'anno 2004, nell'ambito del progetto SIMiB, Siste-



Figura 1 - Foto in falsi colori dell'incendio dell'Abbazia di Montecassino



## La piattaforma aerea

### Velivolo

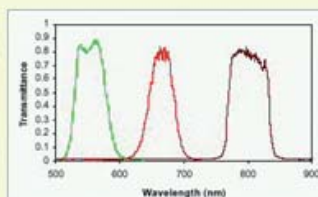
#### Sky Arrow 650 ERA / RAWAS

- Cert. EASA CS-VLA / FAR-23 VFR Day/Night
- Motore Rotax 100HP (Benzina verde)
- Autonomia di volo di 3,5 ore
- Opera da aeroporti e aviosuperfici di 500m
- Quota di volo compresa fra 200 e 4000m s.l.m.
- Configurazioni per telerilevamento, monitoraggio atmosferico e controllo del territorio con piattaforma stabilizzata e trasmissione Real Time delle riprese alla stazione di terra.



### Sistema DFR

Sensore	Modello	Caratteristiche del dato	Risoluzione per quota volo 1000m
Camera multispettrale	RedLake MS4100	3 bande 8bit (Red, Green, NIR); 2 Mpixel per banda	0,58 x 0,58m
Camera termica	Flir SC500	Banda termica 8-12 um, 320 x 240 pixel	2,72 x 2,72m
Camera visibile	Canon EOS 20D	Colori reali, risoluzione 8 Mpixel	0,30 x 0,30m
GPS	Astech G12	Posizione 3D della piattaforma	
Laser altimetro	Riegl LD90	Distanza del centro di presa dal suolo	



Bande spettrali RedLake MS4100



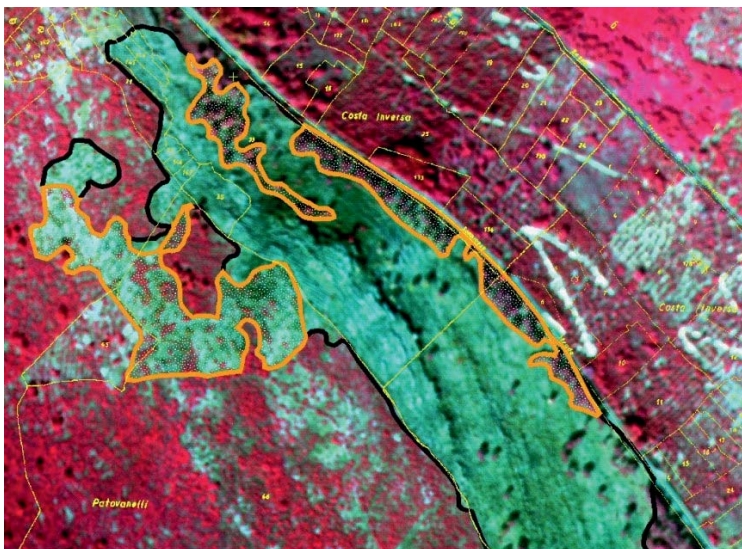


Immagine in falsi colori di un incendio in provincia di Latina

ma Informativo di Monitoraggio degli Incendi Boschivi.

#### LA PIATTAFORMA AEREA

ERA, Environmental Research Aircraft, è una piattaforma aerea per il monitoraggio ambientale che permette di alloggiare sensori ed altri apparati con configurazioni modificabili secondo le diverse esigenze operative. Il velivolo ERA è una versione modificata dello Sky Arrow 650 TCNS, costruito dalle Iniziative Industriali Italiane S.p.A. Maneggevole e flessibile nell'uso, può decollare e atterrare da aeroporti, aviosuperfici e campi di volo con lunghezza della pista di appena 500 m e può effettuare sorvoli a quote comprese tra i 200 e i 4000 metri sul livello del mare. Il velivolo è certificato secondo la normativa aeronautica europea (EASA CS-VLA/FAR 23) per poter ospitare i sensori e svolgere attività di lavoro aereo in VFR Day/Night rispettivamente.

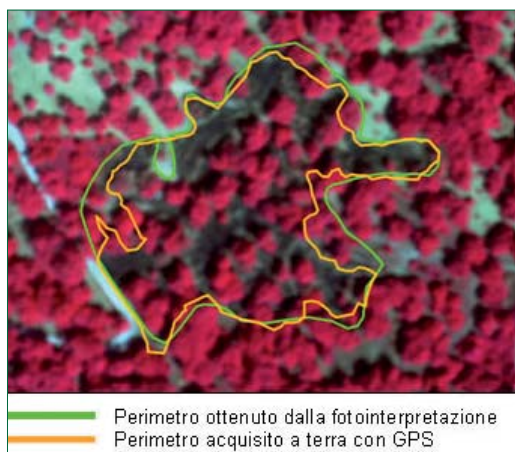


Figura 2 – Perimetro incendio su immagini DFR – confronto con rilievo GPS

Le predisposizioni in fusoliera sono rappresentate da due botole e relative piastre, poste in linea, sotto il sedile del passeggero e nello spazio retrostante a questo. Da due aperture nel ventre è possibile far affacciare sistemi ottici ed altri strumenti.

Negli ultimi anni sono state progettate e realizzate diverse versioni dello SkyArrow ERA per il monitoraggio ambientale nell'ambito di diverse collaborazioni tecnico scientifiche con la società Iniziative Industriali Italiane S.p.A. (vedi scheda pagina precedente).

#### I SISTEMI DI TELERILEVAMENTO AEREO

Nell'applicazione presentata è stato utilizzato il sistema integrato di telerilevamento multispettrale DFR. È composto da una camera a colori reali, una camera multispettrale a 3 bande (verde, rosso e vicino infrarosso), una camera termica, un GPS, un altimetro laser, ed un sistema di acquisizione dati cui confluiscono tutti i flussi informativi.

Questi apparati sono integrati in un unico sistema, flessibile e configurabile dall'utente. È stato sviluppato un software di gestione che permette l'acquisizione simultanea di tutti i sensori, e di memorizzare la posizione del velivolo associata alle immagini acquisite, oltre a tutti gli altri parametri accessori. La sincronizzazione tra i sistemi di acquisizione immagini ed il sistema GPS è gestita tramite segnali di trigger (impulsi comandati dal GPS), che garantiscono precisioni nella sincronizzazione molto elevate.

#### IL PROGETTO SIMiB

SIMiB è un progetto del DISAFRI realizzato nel 2004-2005 per conto del Ministero delle Politiche Agricole e Forestali.

Il progetto è nato dall'esigenza di diffondere l'utilizzo di nuove tecnologie al servizio del Corpo Forestale dello Stato e degli Enti che in ottemperanza agli obblighi della Legge Quadro 353/2000 hanno il compito di stimare i danni a fine stagione e di redigere il Catasto Incendi delle aree boschive e pascolive percorse dal fuoco. Si crea in questo modo lo strumento attraverso il quale si intendono combattere gli interessi speculativi sulla gestione delle aree bruciate. La mappa degli incendi prodotta nell'ambito del progetto è stata integrata nel SIM, Sistema Informativo della Montagna.

Obiettivo specifico del progetto SIMiB è stato quello di sviluppare una metodologia che permettesse la mappatura speditiva e allo stesso rigorosa degli eventi incendio, cosa difficilmente ottenibile quando si utilizzano dati acquisiti a fine stagione. Pianificando missioni di volo a ridosso degli eventi incendio, in SIMiB si sono ridotte al minimo le perdite di dati dovute ad eventi non rilevabili a causa del rinnovo della vegetazione.

La metodologia messa a punto è stata validata dall'Università degli Studi della Tuscia di Viterbo.

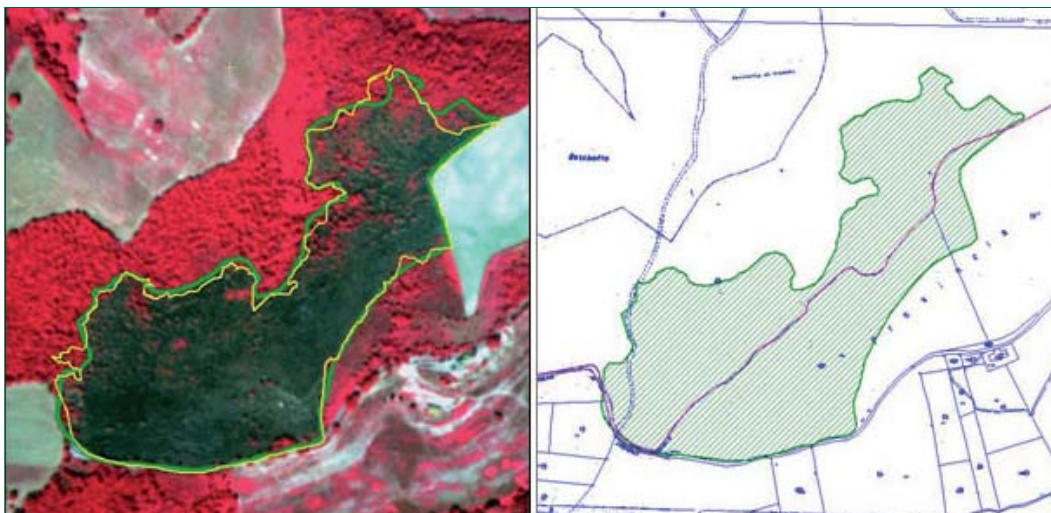


Figura 3 – Incendio su ortofoto in falsi colori (in verde perimetro fotointerpretato, in giallo perimetro GPS) e relativa mappa nel SIM

#### METODOLOGIA

I sorvoli sono stati pianificati dalla società Terrasystem S.r.l., che ha curato inoltre la gestione dei sistemi, l'acquisizione dei dati e la loro elaborazione.

L'attività di volo si è basata sui rilievi incendio operati dal Corpo Forestale dello Stato attraverso un protocollo di informazione degli eventi messo a punto con il Comando Regionale.

L'acquisizione delle immagini di ogni incendio è avvenuta entro i 20 giorni dall'evento, essendo stato verificato nel corso del progetto che oltre quel periodo l'impronta del fuoco sulla vegetazione diventa meno riconoscibile.

L'attività di volo è stata oculatamente pianificata, in modo da ottimizzare l'intercettazione delle aree incendiate e ridurre al minimo i tempi di trasferimento.

Mediamente, con un sorvolo di 3,5 ore (autonomia del velivolo), ad una quota variabile tra i 1.000 e i 1.500 metri sulla linea di terra, si sono acquisiti circa 15 incendi, in funzione della dislocazione e dell'evidenza degli stessi sul territorio. Per ogni incendio si sono mediamente acquisite 1-3 immagini multispettrali con risoluzione media di 0,5 – 0,8 metri/pixel. Le immagini in falsi colori sono state quindi pre-elaborate attraverso le fasi di selezione, ortoproiezione e mosaicatura.

Per l'ortoproiezione si è utilizzata una metodologia speditiva con punti di appoggio a terra (GCP: Ground Control Point) individuati su ortofoto a colori di un metro di risoluzione ed utilizzando un DEM a 40 metri per le quote, che ha permesso di restituire immagini con accuratezza compatibile con la scala 1:10.000 (errore RMS in X e Y pari a

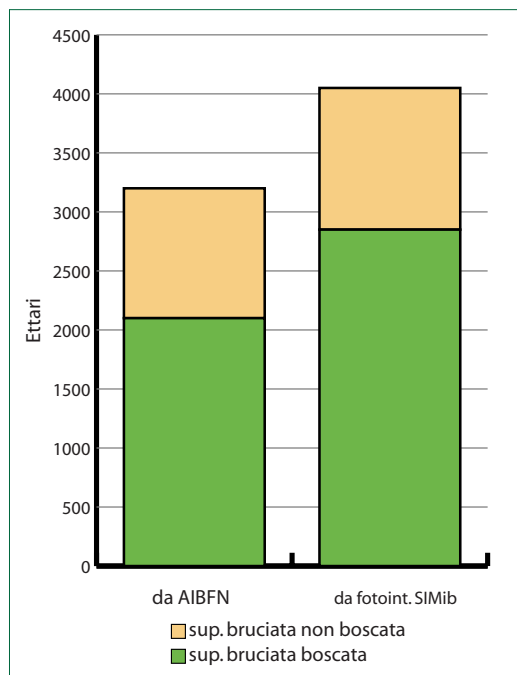
#### [bibliografia]

Autori vari, *Progetto SIMiB - Relazione finale*, 2005, DISAFRI Università degli Studi della Tuscia  
Chirici G., Corona P., *An overview of passive remote sensing for post-fire monitoring*, *Forest@ 2* (3): 282-289, 2005

De Matteo E., Colombo R., Meroni M., Comini B., Fracassi G., Cavini L., Olivieri M., Deligios G., *Delimitazione di aree boschive montane percorse dal fuoco mediante immagini satellitari ad alta risoluzione geometrica*, *Forest@ 4* (3): 264-271, 2007

Carlini M., Valentini R., Belli C., Capitoni B., Papale D., 2006. *Progetto SIMiB: mappe degli incendi e valutazione dei danni da oggi a portata di mouse*. SILVAE - Rivista tecnico-scientifica del Corpo Forestale dello Stato agosto 2006, pp. 73 – 98.

Papale D., Belli C., Gioli B., Noce S., Valentini R., Vannini A., 2006. *Nuovi sistemi di telerilevamento aereo multispettrale ad alta risoluzione: esempi di applicazione nell'agricoltura di precisione*. Atti del Workshop "il Telerilevamento per un'agricoltura sostenibile", 20 aprile 2006, Piacenza.



**Figura 4 – Confronto fra le superfici rilevate con fotointerpretazione e quelle dei dati AIBFN del CFS - Regione Lazio, 2004**

circa 1,90 m) e con i dati cartografici utilizzati a supporto della mappatura incendi.

Sulle immagini in falsi colori acquisite, l'area bruciata, come è possibile osservare nelle figure, risulta

sempre ben riconoscibile.

A differenza delle immagini a colori reali, infatti, le immagini multispettrali con bande nel vicino infrarosso permettono una distinzione netta fra aree a vegetazione e diverse coperture del suolo.

Sulla base di questa interpretazione è stato digitalizzato il perimetro dell'incendio creando un file vettoriale unico per tutti gli incendi, distinguendo i perimetri nelle due classi boscata/non boscata. Sono stati quindi estratti per sovrapposizione i dati catastali degli incendi. Il prodotto finale è un database geografico comprendente i dati relativi ad ogni singolo incendio, che è stato integrato nel SIM.

## RISULTATI E CONCLUSIONI

La metodologia sperimentata ha consentito di realizzare un rilievo su vasta scala superando le limitazioni economiche e tecniche imposte dal rilievo a terra con GPS o effettuato tramite immagini satellitari o camere fotogrammetriche di tipo standard.

Il rilievo da foto aerea risulta particolarmente vantaggioso rispetto al GPS in presenza di incendi situati in zone impervie e dove non è possibile seguire il perimetro a causa di ostacoli lungo il percorso (recinzioni, passaggi difficilmente percorribili, orografia accidentata, etc.).

Si mette in evidenza come la metodologia permetta di rilevare le aree bruciate entro pochi giorni dall'evento senza perdere dati, motivo di maggiore efficienza rispetto all'alternativa dell'acquisizione satellitare.

Con il progetto SIMiB il Catasto Incendi Boschivi 2004 del Lazio è stato realizzato per il 98% della superficie boschiva bruciata, rispondendo con rigore e oggettività a quanto viene richiesto dalla Legge Quadro 353/2000 riguardo la realizzazione del Catasto Incendi.

La metodologia ha permesso di discriminare aree bruciate al di sotto dei 1.000 metri quadri.

Nello specifico, le procedure messe in atto hanno consentito agevolmente di elaborare la gran mole di dati acquisiti, circa 600 immagini scelte tra 30.000 acquisite.

I risultati relativi alle estensioni delle aree bruciate hanno messo in evidenza come la metodologia fornisca dati maggiormente precisi e affidabili rispetto ai dati ufficiali AIBFN rilevati dal CFS (vedi fig. 4).

## [ autori ]

### Claudio Belli, Pietro Laranci

Terrasystem s.r.l.

Via Pacinotti 5, 01100 Viterbo

Tell/fax 0761 250626

info@terrasystem.it

www.terrasystem.it

### Beniamino Gioli

IBIMET CNR

Via G. Caproni 8, 50145 Firenze

Tel +39 055 3033750 / 711

Fax +39 055 308910

b.gioli@ibimet.cnr.it

### Gianlivio De Otto

Iniziative Industriali Italiane S.p.A

Via L. Da Vinci, Monterotondo Scalo (Roma)

Tel 06 90085545

g.l.deotto@skyarrows.com

www.skymarrows.com

### Dario Papale

Università degli Studi della Tuscia – DISAFRI

Via San Camillo de Lellis s.n.c., 01100 Viterbo

0761 357394/251

darpap@unitus.it