

# APPLICAZIONI DI TELERILEVAMENTO IN REGIONE LIGURIA.

A. Cerrato (\*\*), A. De Felici (\*), M.A.Gomasasca(\*\*\*), M. Montanari (\*\*), G. Rocca (\*), P. Sbardella (\*);

(\*) DATASIEL, Via XX Settembre, 42 –16100; Genova, tel.: 010/5844841, g.rocce@datasiel.net, a.defelici@datasiel.net, p.sbardella@datasiel.net;

(\*\*) Regione Liguria, Via Fieschi, 15; Genova, tel.: 010/5484279, anna.cerrato@regione.liguria.it, massimo.montanari@regione.liguria.it;

(\*\*\*)CNR-IREA, Via Bassini, 15 20133 Milano, gomasasca.m@irea.cnr.it

## RIASSUNTO

Sono descritte le pluriennali attività del SITAR (Sistema Informativo Territoriale Ambientale della Regione Liguria) relativamente alle applicazioni di telerilevamento a media e ad alta risoluzione, come esperienza di un ente pubblico che ha adottato questo strumento negli usuali controlli del suo territorio.

L'esperienza maturata in più di dieci anni d'attività riguarda argomenti, uffici, ambiti, strumenti e scale molto diversificate.

Vengono brevemente descritte le esperienze passate, presenti ed i progetti futuri come risultato di più di 12 anni di lavoro nel campo del telerilevamento da parte del laboratorio del SITAR della Regione Liguria.

In breve, le esperienze fatte su immagini a risoluzioni molto diversificate hanno dimostrato come sia utile un approccio combinato dei diversi strumenti del telerilevamento.

La sinotticità e la disponibilità secondo intervalli regolari nel tempo del MODIS, unita alle molteplici bande del Landsat e alla capacità dell'alta risoluzione di Quick Bird ed Ikonos di discriminare piccoli particolari al suolo, si è dimostrata sicuramente la soluzione più completa ed economica per lo studio del territorio ligure.

I dati utilizzati in questo studio sono stati tratti dal sito della NASA. Gli algoritmi sono stati sviluppati dal Team scientifico MODIS. Inoltre i dati sono stati processati dal MODAPS e dal DAAC e sono stati archiviati e distribuiti dal centro di distribuzione Goddard DAAC.

## ABSTRACT

This report testifies the long experience of SITAR (the Regional office of GIS and Remote Sensing) dealing with the remote sensing applications at medium and high resolution. It is an example of a public administration using this tool in the usual monitoring of its landscape.

We have been experiencing for more than ten years remote sensing at different scales in order to achieve different targets.

In a few words, our knowledge of a very different kind of images demonstrates that is necessary to use a combination of different tools of remote sensing.

The cheapest and the best solution for ligurian landscape seems to be the combining of the MODIS images, which are synoptic and easy to use, with the Landsat images, which have a good radiometric resolution with Quick Bird and Ikonos at very high spatial resolution.

"The data used in this study were acquired as part of the NASA's Earth Science Enterprise. The algorithms were developed by the MODIS Science Teams. The data were processed by the MODIS Adaptive Processing System (MODAPS) and Goddard Distributed Active Archive Center (DAAC), and are archived and distributed by the Goddard DAAC."

## Storia dell'uso del telerilevamento in Regione Liguria

La Regione Liguria dal 1994 utilizza il telerilevamento satellitare, assieme agli altri strumenti più classici, come strumento di controllo del territorio.

Le prime esperienze in questo campo riguardano il progetto “*Corine Land Cover*” relativamente al territorio regionale

La complessità del paesaggio ligure ha introdotto subito il nostro gruppo di lavoro alle problematiche di questa scienza.

Dal 1996 al 2000 si sono fatte sperimentazioni per mettere in evidenza variazioni di biomassa vegetale tramite l'uso di un indice sintetico semaforico, studiato e sviluppato appositamente dal nostro gruppo di lavoro.

Questo indice, elaborato per immagini Landsat, è ottenuto dalla correlazione della differenza multitemporale di tre indici classici di vegetazione (NDVI, II e VI) per il periodo tra ottobre 1999 e settembre 2000.

I tre indici multitemporali restituiscono risultati tra loro complementari che sono stati successivamente correlati tramite un indice sintetico semaforico.

Si è potuto osservare che l'indice di correlazione fornisce ottimi risultati quando la data dell'evento studiato non è di troppi mesi precedente la data della seconda acquisizione e ciò dipende e varia anche a seconda dei tipi vegetazionali interessati dall'evento.

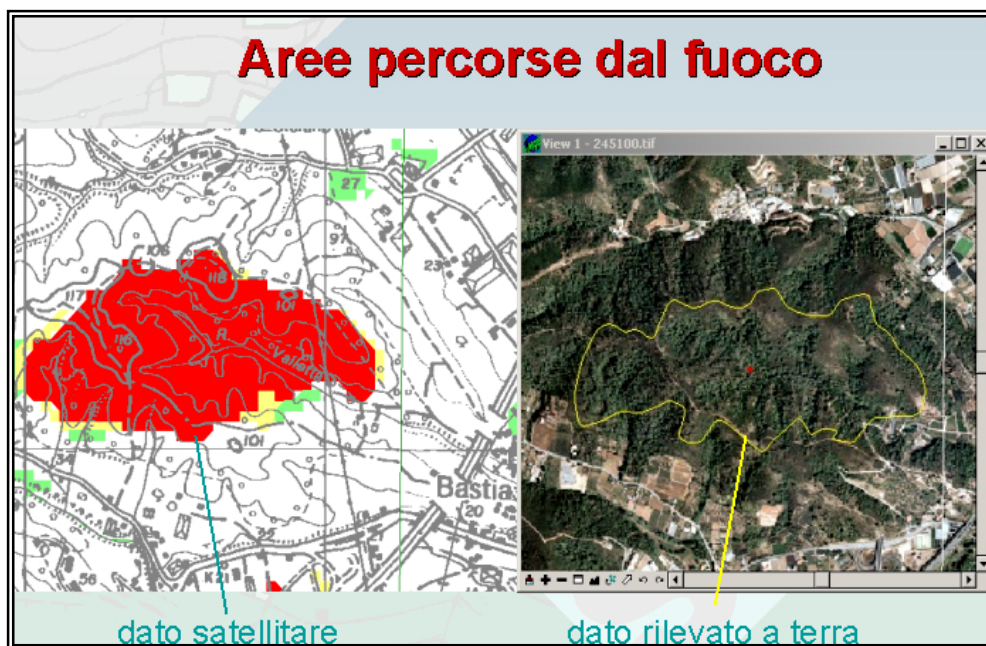


Fig.:1 Confronto tra i risultati dell'indice sintetico semaforico e il rilevamento al suolo

Le ortofoto, usate insieme all'indice ottenuto in precedenza, si sono dimostrate molto utili per verificare in dettaglio le caratteristiche delle aree individuate dalla procedura.

L'indice calcolato risulta inoltre utile per evidenziare diverse fenomenologie associate allo stato della vegetazione, quali disboscamenti, monitoraggio culture rotative ecc..

Nel 2001 questa sperimentazione, che in passato era stata fatta su un area test di piccola estensione, è stata estesa a tutto il territorio regionale.

Il confronto del dato telerilevato con i livelli informativi vettoriali ottenuti con indagini a terra della Guardia Forestale, ha indicato un'ottima corrispondenza fra le due metodologie di indagine.

Dal 1999-2000, grazie alla divulgazione per scopi civili delle tecnologie del telerilevamento ad alta risoluzione, il SITAR ha cominciato ad utilizzare le immagini Ikonos e Quick Bird con risoluzione metrica e submetrica.

Grazie ai confortanti risultati ottenuti dall'analisi multitemporale a media risoluzione spaziale, si è ipotizzata l'estensione della procedura anche alle tecnologie ad alta risoluzione (satelliti Ikonos e Quick Bird).

Nel 2004 è stata sperimentata un'applicazione, multitemporale ad alta risoluzione che, partendo dalla differenza degli indici di vegetazione calcolati in due anni successivi, ha permesso di ottenere in automatico il livello vettoriale delle variazioni di biomassa vegetale.

Questo studio è stato condotto sull'area campione del Parco di Portofino (Ge) ed ha portato alla realizzazione di un livello vettoriale di output a scala confrontabile con quella della cartografia tecnica regionale (1:5.000).

Le variazioni di biomassa vegetale riscontrate trovano ottima corrispondenza a terra con le aree che hanno subito nel periodo considerato fenomeni di disboscamento, stress idrico, incendi boschivi ed urbanizzazione di vario tipo.

Lo strumento si è dimostrato in grado di rilevare aree anche di piccola estensione, dell'ordine di 200 m<sup>2</sup>.

Tale procedura si è dimostrata molto utile anche per valutare il tasso di ripresa della vegetazione in zone che avevano subito in precedenza fenomeni di criticità ambientale.

Dal 2002 il SITAR, dopo una prima fase di sperimentazione, sta procedendo con l'ortorettifica di immagini a media e ad alta risoluzione autonomamente, utilizzando una procedura rigorosa che sfrutta i punti di controllo a terra della rete geodetica regionale, il DTM con maglia di 5 m ed i parametri orbitali del satellite.

Le ultime sperimentazioni di applicazioni del telerilevamento ad alta risoluzione spaziale sviluppate da questo Ente (2005), hanno avuto come oggetto di studio il censimento delle serre e delle telonature nere e in canne usate per proteggere le coltivazioni.

In particolare, principali obiettivi di questo studio comprendono:

- Censimento delle strutture agro floricole (serre, coperture nere, coperture di canne, ecc.);
- Censimento delle colture in base alla tipologia di copertura;
- Valutazione dello stato di conservazione delle serre
- Mappatura dell'evoluzione temporale dell'attività floricola.

Dal 2006 si sono cominciate ad utilizzare immagini satellitari ad alta risoluzione temporale fornita dal sensore MODIS del satellite scientifico EOS - Terra.

### **Applicazioni attuali**

In regione Liguria è in corso d'opera il progetto d'acquisizione ed ortorettifica di immagini satellitari ad alta risoluzione che dovrebbero interessare tutto il territorio regionale per la fine del 2007.

Allo stato attuale, la copertura delle immagini ad alta risoluzione comprende tutto il ponente ligure e supera di poco la metà della regione.

Ulteriori studi previsti per l'anno in corso ed il prossimo, nell'ambito del progetto Interreg – III B denominato *Grinfomed - Medifire*, consistono nella realizzazione di uno strumento di controllo dell'evoluzione della vegetazione e del suo stato di salute in particolari "microambienti" definiti in tutto il territorio ligure tramite l'analisi di immagini satellitari.

Il progetto è sviluppato dal CAAR (Centro di Agrometeorologia Applicata Regionale), in collaborazione con il SITAR, Datasiel ed il CNR-IREA di Milano.

In questo caso, l'attenzione è focalizzata principalmente sulle immagini ad alta risoluzione temporale, mentre viene impiegata l'alta risoluzione geometrica solo come strumento di verifica, limitatamente ad aree che rivelino maggiore criticità; in altre parole, si adotta un approccio multitemporale e multiscala.

Gli obiettivi del progetto sono:

- Monitoraggio della vegetazione in aree critiche e di particolare interesse del territorio ligure.

- Studio dell'evoluzione della vegetazione nei diversi ambienti: costiero, collinare, montano, ecc.
- Monitoraggio del paesaggio a scadenze regolari, per analizzarne l'evoluzione nel tempo.
- Confronto degli andamenti della coltre vegetale in anni diversi.
- Considerazioni pre -, sin - e post - evento critico per la vegetazione.

Le immagini MODIS risultano di grande aiuto in questo tipo di studi, in quanto sono in grado di fornire, una volta elaborate, informazioni a 12 bande, una per ogni mese, relative al valore dell'indice di vegetazione NDVI

Le immagini a 12 bande possono essere a loro volta elaborate in modalità “*Density slicing*” per ottenere una visualizzazione continua della variazione delle superfici vegetate durante le stagioni dell'anno, come risulta in fig. 2.

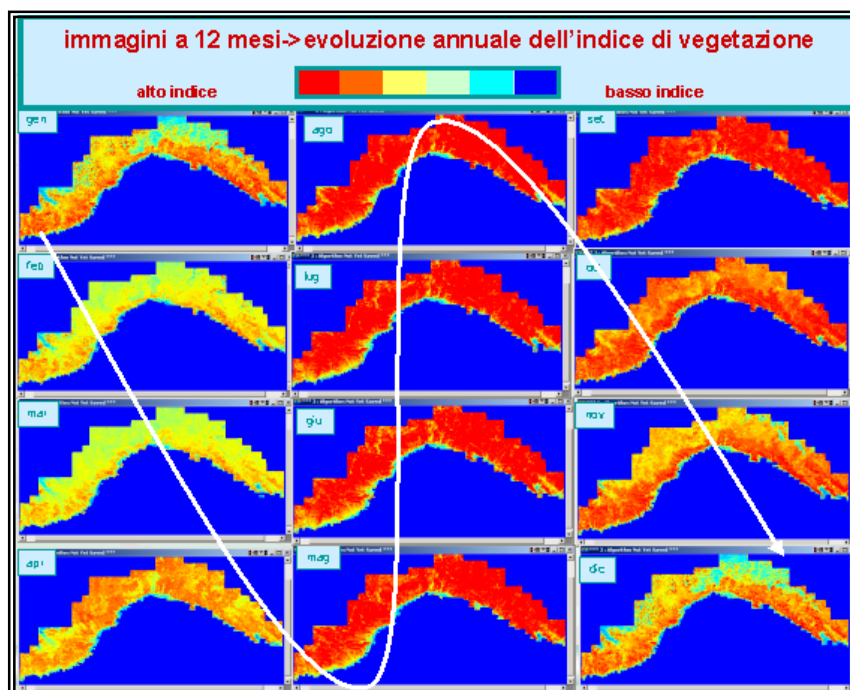


Fig.2: “*Density slicing*” dell'andamento della vegetazione durante le stagioni dell'anno.

Nell'ambito di questo studio, il CAAR ha indicato serie di aree, distribuite uniformemente sul territorio ligure, da tenere sotto controllo continuo, per le particolari caratteristiche vegetazionali, rappresentative di specifici ambienti.

Per ogni anno e per un determinato ambiente, tramite i valori di Indice di Vegetazione calcolati nell'intorno della zona in questione, si ottiene un grafico dell'evoluzione dello stato della vegetazione.

Complessivamente, si sono calcolati i grafici relativi agli anni dal 2000 al 2006.

Il confronto dei grafici permette di indicare se, per un determinato microsito, la vegetazione segue evoluzioni normali o anomale.

A partire da questi dati, è possibile ricavare anche l'andamento annuale medio sui 7 anni che può essere considerato lo standard di riferimento per l'areale in questione.

Le anomalie rispetto all'andamento di riferimento, dovute a fitopatologie, tagli boschivi, incendi, siccità, ecc., possono essere verificate a scala più dettagliata con le immagini ad alta risoluzione spaziale.

L'elevata risoluzione temporale del sensore MODIS permette di fare considerazioni pre – sin - e post – evento, per verificare a posteriori la presenza di eventuali segni premonitori che possono avere facilitato l'innescò dell'incendio.

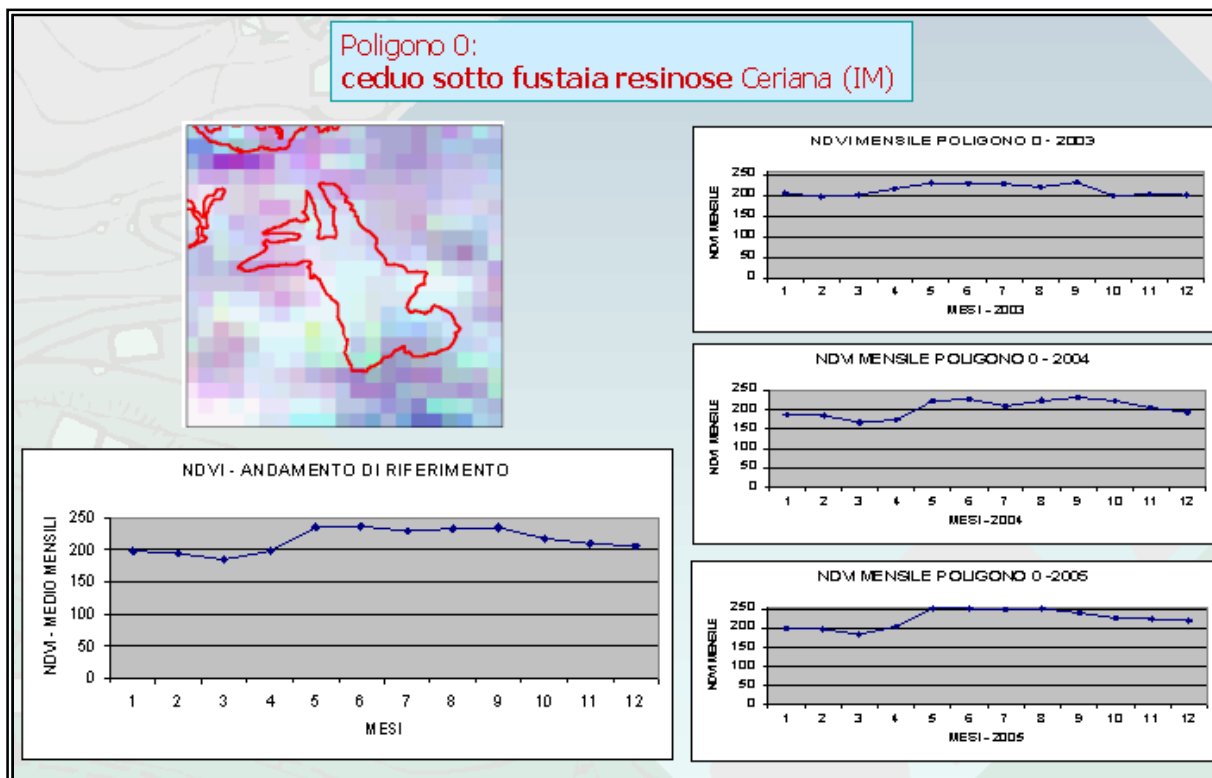


Fig.4: grafici degli andamenti degli NDVI degli anni dal 2000 al 2006 e andamento medio su sette anni di riferimento.

Quest'ultimo aspetto è oggetto di studio attuale e merita ancora una giusta attenzione ed ulteriori approfondimenti.

A questo scopo si sta analizzando, come caso di studio l'incendio di Spotorno (Sv) avvenuto nel settembre 2006.

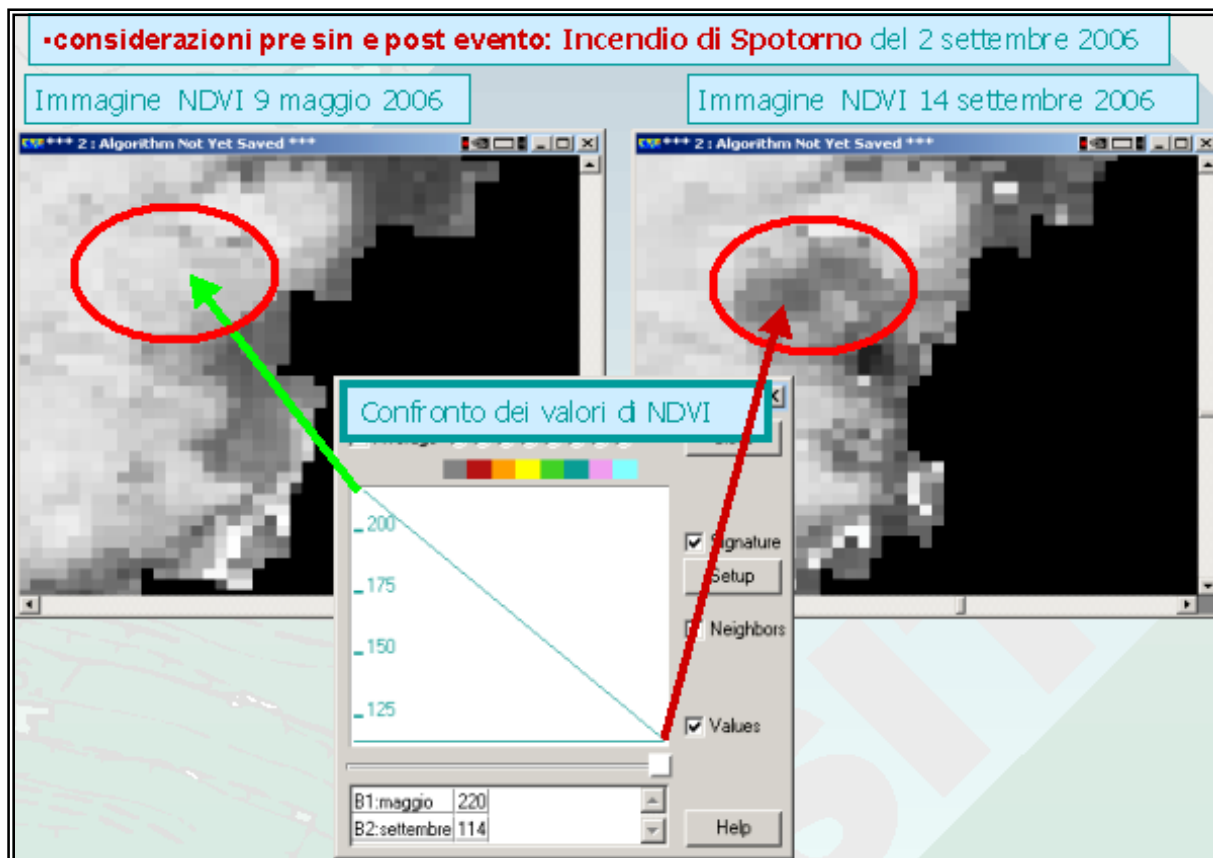


Fig.5: Come conseguenza dell'incendio in questione, l'indice di vegetazione subisce un deciso decremento.

## Considerazioni e sviluppi futuri

L'esperienza maturata in circa 12 anni di lavoro ci ha dimostrato come non esista in assoluto uno strumento del telerilevamento migliore degli altri.

Ogni tipo d'immagine ha, infatti, aspetti positivi e negativi.

Infatti, i dati ad alta risoluzione comportano una spesa elevata per l'acquisizione, ingenti risorse di memoria per l'immagazzinamento ed il trattamento e l'impossibilità di avere informazioni omogenee dal punto di vista temporale su un'ampia area.

Considerando invece i dati Landsat, questi sono caratterizzati da un tempo di rivisitazione piuttosto lungo, con il rischio di avere molti casi di immagine inutilizzabile per motivi di copertura nuvolosa nell'intervallo temporale di interesse.

La scelta più indicata è quella di utilizzare la tipologia d'immagine più adatta agli scopi che si vogliono raggiungere caso per caso.

In questo modo, si è riscontrato che per situazioni locali è molto utile l'alta risoluzione spaziale (Quick Bird ecc.); per analisi su vaste aree dei parametri fisico chimici del territorio, sono invece adatte immagini Landsat (che hanno buona risoluzione radiometrica); per analisi vegetazionali multitemporali da compiere a scadenze regolari e ravvicinate nel tempo, al momento, risultano invece molto indicate le immagini MODIS.

Per le fasi future del nostro studio s'intende approfondire ulteriormente la tecnica mista, consistente nell'utilizzare in combinata, i diversi strumenti forniti dalle tecnologie del telerilevamento

Concludendo, lo sfruttamento della grande disponibilità temporale dei dati MODIS, della buona risoluzione radiometrica fornita dal Landsat e dell'alta risoluzione spaziale tipica di Quick Bird ed Ikonos, si è dimostrato la soluzione più completa ed economica, sia come spesa per l'acquisto delle immagini, che come tempi d'elaborazione dei dati.

Tutti i dati elaborati dal laboratorio di telerilevamento del SITAR sono messi a disposizione di chiunque voglia consultarli sul sito Internet ufficiale della Regione Liguria <http://www.cartografia.regione.liguria.it> alla voce "Repertorio Cartografico".

## Bibliografia

Annoni A., Cumer A. (1995), *"Il progetto Corine Land Cover: le mappe delle regioni italiane"*.

Gomarasca M.A. (1995), *"Valutazioni ambientali con tecniche di Telerilevamento e Gis"*.

Bertolucci P., Landrini C. (1999), *"Cartografia pre post evento per fini di protezione civile"*.

Brundu G., Coscia L., D'Alessandro C., Giacosa A., Maniago M., Pennacino L., Rocca G., Schenone L., Striglioni F., Tomei F., Scampuddu A., Gomarasca M.A. (1995), *"Applicazioni di telerilevamento e Gis per il monitoraggio dello stato dell'ambiente in Sardegna e nel bacino del torrente Liscia"*.

Minciotti N.A., Brivio P.A., Figlioli E. (1995), *"Uso integrato di immagini telerilevate per l'analisi geomorfologica di una pianura alluvionale delle Alpi Centrali lombarde"*.

Alloisio A. & Ali (2000), *"Centro servizi regionale SITAR: sistema informativo territoriale ambientale della Regione Liguria"*.

Brandolini P., Canepa G., Martinelli R., Rocca G., Sbardella P., Terranova R. (1998), *"Bathymetric variations Studied with the Aid of 3-D Seabottom Modelling in G.I.S. Environment"*.

Petitcolin, F. and E. Vermote. (2002) *"Land surface reflectance, emissivity and temperature from MODIS middle and thermal infrared data"*. Remote Sensing of Environment vol. 83, 112-134, 2002.

C.O. Justice, et al., (1998) *"The Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS): Land Remote Sensing for Global Change Reserach."* IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, vol. 36, no.4, July 1998.