

## UN APPROCCIO PER UNA VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE DELL'ESERCIZIO DI UN NODO AEROPORTUALE

Prof. Giuseppe SALVO (\*), Dr. Gaetano LA BELLA (\*)

(\*) DITRA – UNIPA, Dipartimento di Ingegneria dei Trasporti, Università di Palermo, Viale delle Scienze, Edificio 8, 90128 PA, Italia – tel. 091.238415 fax. 091.423105 (salvo, labella)@ditra.unipa.it

### **Riassunto**

Il continuo interesse da parte della collettività a temi legati all'ambiente ed agli elementi che lo condizionano spinge costantemente gli studiosi a cercare strumenti e metodologie, per esplorare le relazioni esistenti tra lo sviluppo delle specie vegetali e la dinamica di processi innescati dalla presenza sul territorio di insediamenti antropici.

In particolare l'attenzione è rivolta a quelle infrastrutture legate ai trasporti di forte impatto sul territorio in cui esse insistono.

Nella presente memoria si presentano i risultati dell'elaborazione di immagini digitali del terreno, a partire da interpretazione fotogrammetrica di ortofoto, al fine di mettere a punto un metodo speditivo di valutazione dell'impatto sul territorio di una infrastruttura aeroportuale.

Il metodo si basa su un modello di riflettanza delle superfici vegetative presenti in prossimità dell'aeroporto di Palermo Punta Raisi, scelto come situ campione, calibrato attraverso dati strumentali rilevati nelle vicinanze del nodo in esame.

Dopo aver proceduto ad una opportuna zonizzazione dell'area oggetto di studio, si è analizzata la firma spettrale del tipo di coltura presente in ogni zona e il loro indice di vegetazione (*NDVI*) capace di evidenziare le condizioni fisiologiche delle piante (in particolare densità, copertura, biomassa verde, etc.) ponendola in relazione ai flussi di aeromobili durante l'intera giornata ed ai dati strumentali rilevati in prossimità dell'aerostazione.

La metodologia, sviluppata in un ambiente GIS, consentirà valutazioni anche in aree in cui non si dispone di base di dati strumentali puntuali e/o aggiornate.

### **Abstract**

The major interest of the researcher community has been focused on the assessment and improvement of numerical tools able to describe the exiting relations between the vegetable development and human settlement. In detail the present work faces the problem of ambient impacts of airport infrastructures in relation to the vegetable development.

The approach is based on of the superficial present vegetative in proximity of the airport of Palermo Punta Raisi (reference situ).

### **Introduzione**

La filosofia di approccio di questa proposta parte da un primo presupposto che esista una stretta relazione tra lo sviluppo delle specie vegetali e la dinamica di processi innescati dalla presenza sul territorio di insediamenti antropici.

Nell'ambito di un programma di studi è in corso la messa a punto di una metodologia di studio per il rilevamento di parametri ambientali, attraverso l'uso del telerilevamento fotogrammetrico e satellitare: ortofoto, fotografie aeree e immagini satellitari a media risoluzione.

A partire dalla delimitazione dell'area di studio, si è passati all'analisi e all'interpretazione dei dati di vegetazione per il riconoscimento delle specie vegetative di interesse, e presenti nell'area

individuata.

Il riconoscimento e la scelta del tipo di coltura arborea ha indotto a selezionare il “tipo frutteto” sia per la sua ampia distribuzione areale nella zona, viste le favorevoli condizioni climatiche, sia perché la fase di maturità della pianta prosegue per tempi lunghi, durante il quale la porzione epigea raggiunge uno sviluppo idoneo, le foglie acquisiscono sempre più capacità di sintetizzare specifici fitoregolatori endogeni (ormoni) via via evolvendosi in una sempre più regolare fruttificazione. Durante questo stadio la pianta registra una maggiore capacità di assorbimento della luce.

La sovrapposizione del tematismo corrispondente al tipo di coltura scelto sovrapposto alle foto aeree, scelte come base topografica, ha permesso di zonizzare opportune aree all’interno dell’area scelta. L’elaborazione di immagini satellitari ASTER<sup>1</sup> (*Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer*) ha consentito il calcolo di un indice di vegetazione NDVI (*Normalised Difference Vegetation Index*) da associare a ciascuno dei poligoni rappresentativi del tipo di coltura selezionato.

Il confronto dei valori dell’indice riferiti ad aree con differente presenza antropica fornisce uno strumento qualitativo dell’effetto della presenza di concentrazioni di sostanze inquinanti all’interno dell’area oggetto di studio.

### Metodologia Descrittiva

L’NDVI consente la stima della biomassa presente in un pixel sfruttando la marcata differenza tra la bassa riflettanza della vegetazione nel visibile, ed in particolare nel rosso e nel blu, e l’alta risposta nel vicino infrarosso (bande spettrali di assorbimento e riflessione tipiche della vegetazione)<sup>2</sup>. Infatti, la vegetazione verde sana ha un’interazione molto caratteristica con l’energia nel visibile e nelle regioni del vicino infrarosso dato che i pigmenti delle piante causano un forte assorbimento di energia per la fotosintesi.

Questo assorbimento è particolarmente rilevante nel rosso e nel blu dello spettro visibile, conducendo così al caratteristico aspetto verde delle foglie. Nel vicino infrarosso, l’energia è invece fortemente diffusa dalla struttura interna delle foglie, ed il risultato è un’alta riflettanza in questa zona dello spettro.

Il valore dell’NDVI è definito come:

$$NDVI = \frac{\rho_{IR} - \rho_R}{\rho_{IR} + \rho_R} \quad [1]$$

[1] dove  $\rho_{IR}$  è la riflettanza nell’infrarosso vicino e  $\rho_R$  è la riflettanza nel rosso.

L’indice fornisce un valore numerico adimensionale, teoricamente compreso tra -1 e +1 (la gamma comune per vegetazione verde è compresa, in genere, tra -0,1 e +0,6) ed assume valori tanto maggiori quanto più densa è la copertura vegetale indicando, così, per valori bassi una bassa o assente copertura vegetale, o dove una vegetazione presente è senescente o sofferente, mentre per valori alti indica una situazione di forte attività fotosintetica e quindi elevata presenza di biomassa.

Tale tecnica permette di calcolare un singolo numero, con la corrispondenza *valore = maturazione pianta*, nello stesso istante di osservazione. Questo dato ci fornisce una prima e importante indicazione sulla distribuzione spaziale della vegetazione e sulla sua densità.

### Il caso studio: il nodo aeroportuale di Palermo

È stata scelta, come area studio, la porzione di territorio sulla quale sorge l’aeroporto Falcone Borsellino di Palermo, estendendo l’analisi sino al territorio di Balestrate in direzione di Trapani. L’area di interesse è identificata nella figura 1.

<sup>1</sup> L’ASTER è uno degli strumenti a bordo di “Terra”, il primo satellite del progetto EOS (Earth Observing System) della NASA lanciato il 18 dicembre del 1999; esso possiede 14 canali, 5 dei quali si trovano nel TIR.

<sup>2</sup> (Gomasca M.A., 2000).

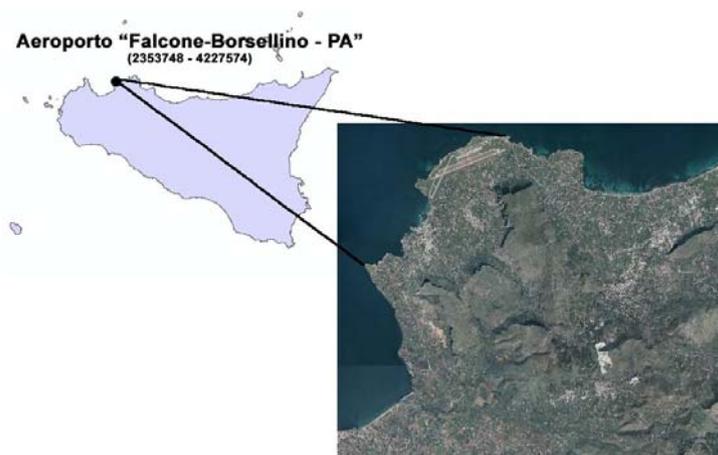


Figura 1 Inquadramento geografico dell'area di studio.

I confini esterni dell'area sono inquadrati dalle seguenti coordinate:

ED50_UTM_Zone33N, GRAD
UL: 2345026 4214705
LR: 2366212 4220175

Il metodo viene applicato ad una area a scarsa presenza antropica, per valutare gli effetti della presenza di un nodo aeroportuale, quale quello di Palermo in cui il flusso giornaliero dei voli di linea schedati in arrivo e in partenza prevede circa 130 voli giornalieri a cui si aggiungono i voli charter.

Per valutare le potenzialità di questo tipo di approccio, sono state implementate in ambiente GIS, utilizzando come base la cartografia tecnica regionale, una serie di procedure per il riconoscimento e la delimitazione di aree vegetate di tipologia frutteto producendo gli strati informativi sull'area di studio (figura 2).

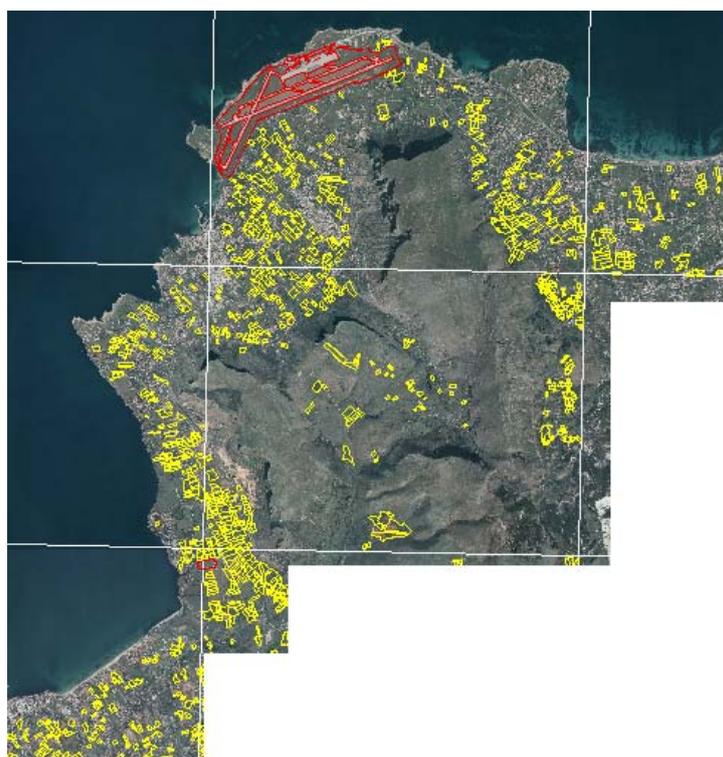


Figura 2 Tematismo "Frutteto" nell'area di studio.

L'elaborazione dell'NDVI, georiferito alla cartografia aerea, ha consentito di valutare la variazione dell'indice lungo la fascia costiera dall'area aeroportuale verso il territorio di Balestrate, utilizzato come base campione dell'indice stesso.

Il risultato dell'applicazione è un'immagine in scala di grigi in cui i pixel più chiari rappresentano i valori maggiori di NDVI. Di seguito, tramite la tecnica di *density slicing*, è stato possibile visualizzare l'immagine in modo che fosse più agevole apprezzare la distribuzione sulla scena satellitare delle zone a diversa densità vegetale (figura 3).

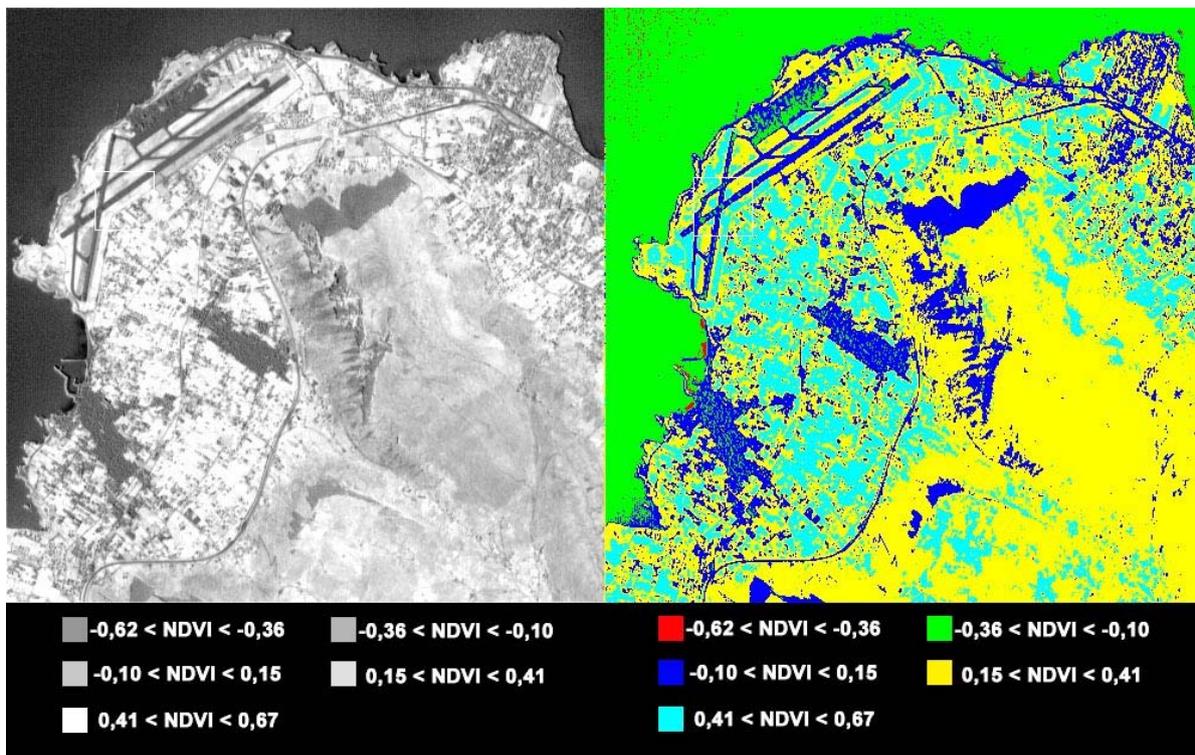


Figura 3 NDVI calcolato sui dati Aster relativi all'area del nodo aeroportuale "Falcone-Borsellino". A sinistra l'immagine in gradazioni di grigio, a destra l'immagine trattata con tecnica *density slicing*.

La sovrapposizione delle aree a coltura "frutteto" con i pixel rappresentativi dell'indice NDVI, ha consentito di valutare l'andamento dell'indice di vegetazione attraverso la differente colorazione (figura n 4).

La disponibilità di immagini satellitari di differenti aree ma tutte riferite alla stessa scena temporale, ed in particolare al mese di giugno di massima maturazione per la colture frutteto, ha consentito un omogeneo e diretto confronto dell'indice calcolato per ciascuna area.

In particolare nella figura n. 5 si evidenzia la tendenza dell'indice verso i valori più elevati e cromaticamente più uniforme nelle immediate vicinanze della zona aeroportuale, significativa di una intensa vegetazione di colore verde "stimolata" dalla concentrazione di CO<sub>2</sub> in atmosfera.

Spostandosi dalla zona aeroportuale verso aree mediamente urbanizzate, il valore del NDVI diminuisce sensibilmente (+0,15 ÷ 0,41 corrispondente ad una colorazione gialla), denotando concentrazioni di CO<sub>2</sub> decisamente inferiori.

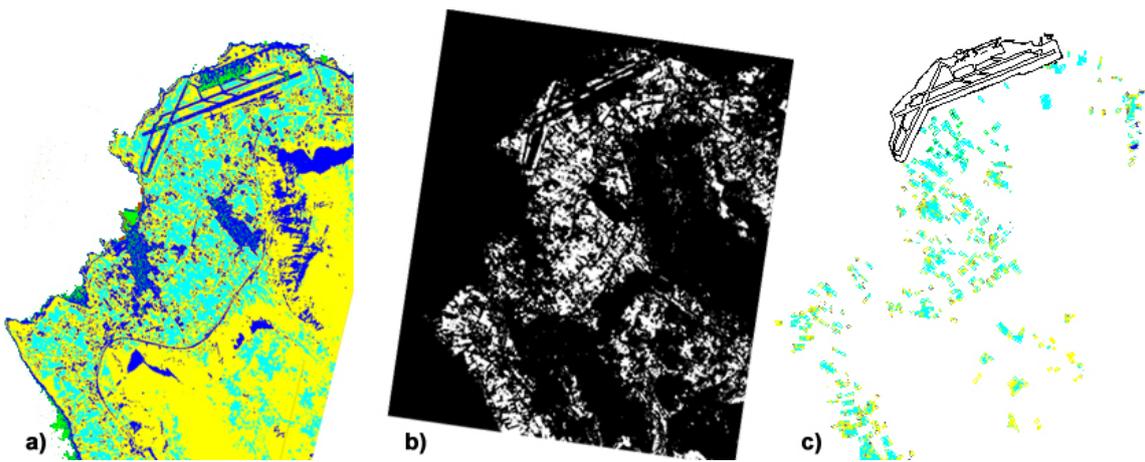


Figura 4 a) Immagine NDVI finale. b) Maschera frutteto. c) Sovrapposizione aree frutteto con valori NDVI.

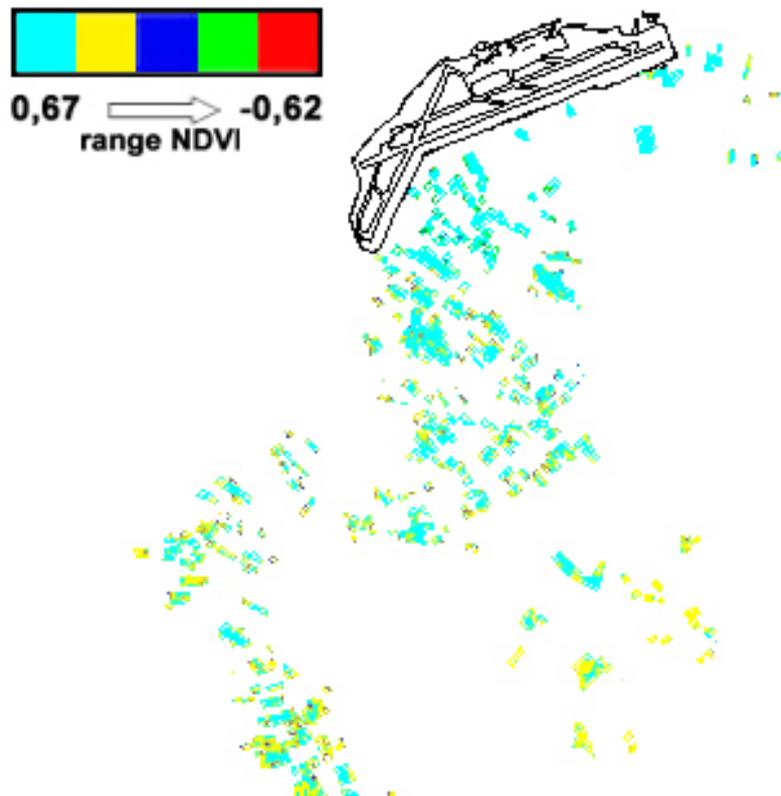


Figura 5 Particolare del range di colorazione dell'indice di vegetazione NDVI.

## Conclusioni

Obiettivo di una ricerca in corso è quello di elaborare un metodo quali-quantitativo per valutare l'effetto che un sistema dei trasporti ha sull'ambiente. I metodi oggi in uso e presenti in letteratura fanno esplicito riferimento a rilievi in situ di grandezze in qualche modo legate alla presenza di sistemi di trasporti ed applicazioni di modelli in grado di stimare gli effetti della mobilità sull'ambiente. Tali metodi, tuttavia, necessitano di costosi e continui rilievi affinché i risultati delle elaborazioni mantengano la loro veridicità. Il calcolo di specifici indici, a partire dall'elaborazione di immagini da satellite, potrebbe consentire di disporre di una banca dati continuamente aggiornata sulla stato dei suoli e, quindi, valutare con sufficiente attendibilità gli effetti prodotti dagli insediamenti antropici. In particolare il calcolo dell'indice NDVI ha consentito di associare ad

un'area di studio un indicatore di produzione di CO<sub>2</sub>. Tale sostanza, assolutamente dannosa per l'organismo umano, è invece uno stimolo produttivo per la vegetazione. La scelta dell'area sulla quale sorge l'aeroporto di Palermo, a bassa presenza antropica, ha consentito di "isolare" gli effetti del flusso di aeromobili da altre fonti di inquinamento ambientale. Il confronto con l'indice calcolato per lo stesso tipo di coltura su un territorio ai margini di una zona fortemente urbanizzata, ha permesso di valutare rilevanti differenze, tutte attribuibili agli effetti del nodo aereo presente. I risultati presentati rappresentano il primo step di una ricerca in corso e che tende alla messa a punto di metodologie di rapida applicazione e facile lettura, esportabili a sistemi complessi.

### **Riferimenti Bibliografici**

Amatesi E., (1993). *"Manuale di Fotointerpretazione con elementi di fotogrammetria"*. Pitagora Editrice, Bologna.

Gomasca M. A., (2000). *"Elementi di Geomatica"*. A.I.T. Associazione Italiana di Telerilevamento, Milano.

Lillesand, T. M. et al., (2004). *"Remote sensing and image interpretation"*. Fifth edition. New York: John Wiley and Sons Inc.

Regione Siciliana, Assessorato Territorio e Ambiente, (1994). *"Carta dell'Uso del Suolo della Sicilia"*, scala 1:250.000. Geomap, Firenze.

Rogan J., Chen D., (2004). *"Remote sensing technology for mapping and monitoring land-cover and land-use change"*. *Elsevier - Remote Sensing of Environment, Progress in Planning 61*, 301–325.

Ruiliang P. et al., (2005) *"Assessment of multi-resolution and multi-sensor data for urban surface temperature retrieval"*. *Elsevier - Remote Sensing of Environment 104* 211–225.