



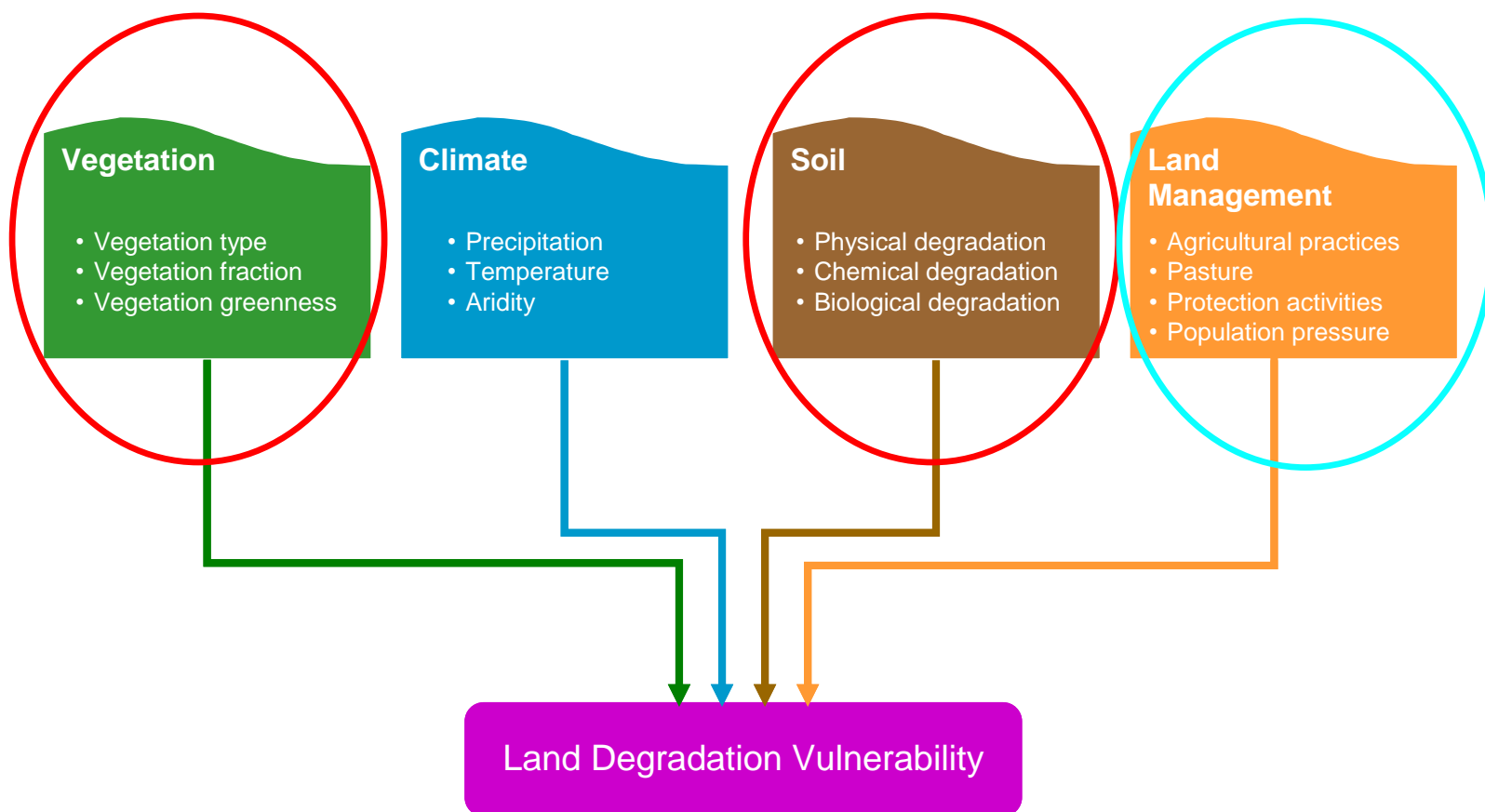
The value of Hyperspectral Data for the estimation of Land Degradation Vulnerability

Tiziana Simoniello



LAND DEGRADATION

Land degradation refers to the reduction/loss of biological and economic productivity of land

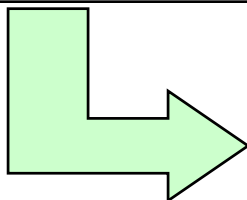


SAP4PRISMA

Sviluppo di Algoritmi e Prodotti per applicazioni in agricoltura ed il monitoraggio del territorio a supporto della missione PRISMA

SOIL AND VEGETATION PRODUCTS

Product	Update frequency	Usage
SOIL EROSION MAP	Mean (3/6 months)	Info aggiornate sulle aree in forte erosione da utilizzare come layer per la produzione della mappa del livello di degrado del territorio
MAP OF ECOSYSTEM/ HABITAT STABILITY	Mean (3/6 months)	Info aggiornate sull'uso del suolo e sulla stabilità degli ecosistemi/habitat da utilizzare come layer per la produzione della mappa del livello di degrado del territorio LINK CON WP4
MAP OF NATURAL VEGETATION STRESS (Spectral indices)	Mean (3/6 months) High/on demand	Info aggiornate sullo stato di stress della vegetazione forestale da utilizzare come layer per la produzione della mappa del livello di degrado del territorio



PRODOTTO FINALE
Mappa del livello di degrado del territorio

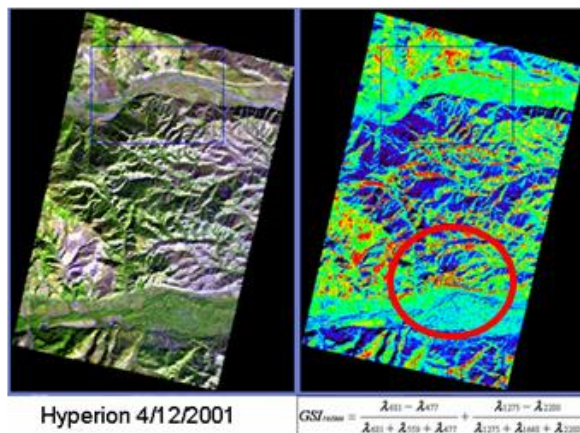


SAP4PRISMA

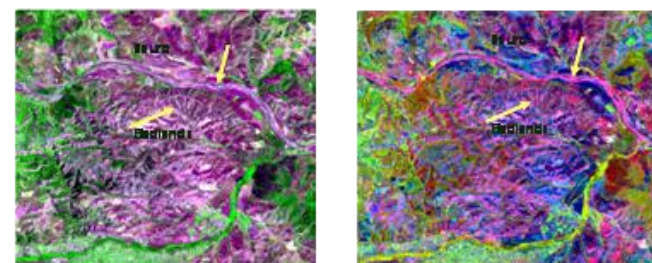
Sviluppo di Algoritmi e Prodotti per applicazioni in agricoltura ed il monitoraggio del territorio a supporto della missione PRISMA

SOIL: EROSION MAP

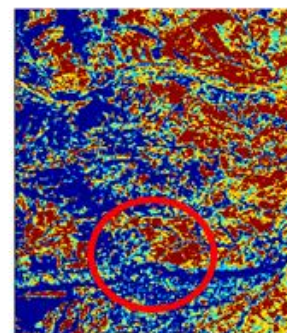
Confronto del GSI Grain Size Index con immagini multispetrali (Landsat-TM/ETM) e perimetrazione aree calanchive (visual da ortofoto) per valutazione nuovo indice di granulometria PRISMA (riflettanze Hyperion - elaborazione WP3)



RGB (5-4-1) Landsat 2002



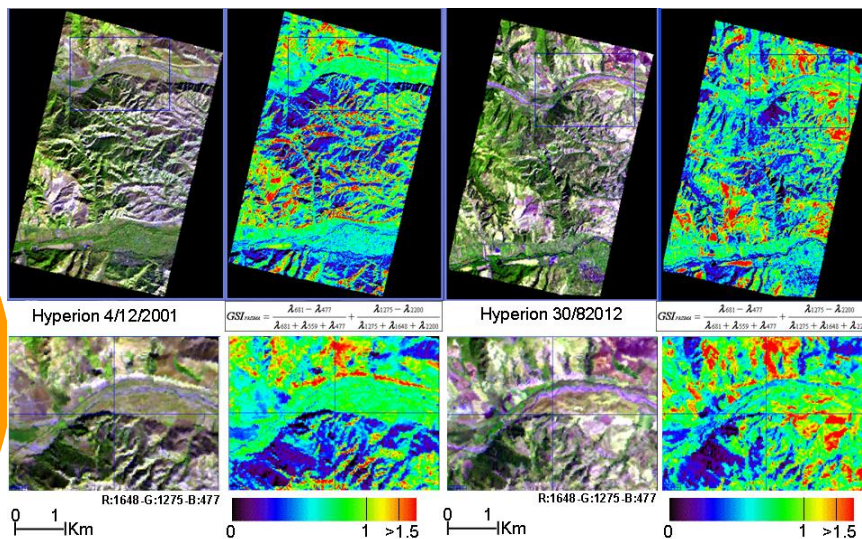
Mappa di riferimento
Aree calanchive
da ortofoto 2000



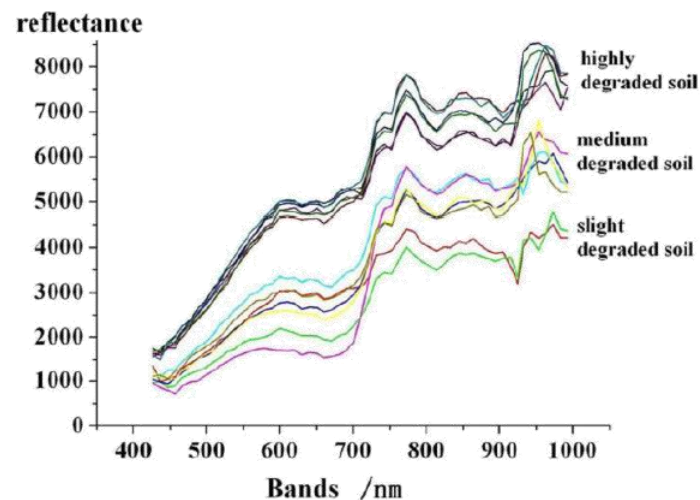
- $GSI \geq 0.05$
- $0.025 \leq GSI < 0.05$
- $0 \leq GSI < 0.025$
- $GSI < 0$

$$GSI = \frac{R_{\lambda(660)} - E_{\lambda(450)}}{R_{\lambda(660)} + E_{\lambda(450)} + G_{\lambda(540)}}$$

SOIL: EROSION MAP



Aliano
(Basilicata)
HYP 2001 - 2012



Dati: Hyperion 2001 - 2012
Area: Aliano (Basilicata)

Incertezza funzione della % di vegetazione secca presente e tipo di suolo:

- 10% con 20% di residui
- 30% con 50% residui

(dati su media campioni e tipi di suolo)

$$GSI = \frac{R_{(651)} - B_{(451)}}{R_{(651)} + B_{(451)} + G_{(549)}} \quad \text{MULTI}$$

$$GSI_{\text{PRISMA}} = \frac{\lambda_{681} - \lambda_{477}}{\lambda_{681} + \lambda_{559} + \lambda_{477}} + \frac{\lambda_{1275} - \lambda_{2200}}{\lambda_{1275} + \lambda_{1648} + \lambda_{2200}} \quad \text{HYPER}$$

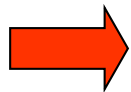
Rilevante la correzione geometrica con DTM alta risoluzione

Mappe di metriche di paesaggio → stabilità ecosistema/habitat

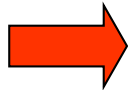
La logica delle metriche si basa sul concetto di paesaggio:

“Un mosaico di elementi che interagiscono tra loro che presentano delle caratteristiche proprie che differiscono dalle aree vicine. Questi elementi sono definiti *patches*. Un insieme di patch aventi la stessa caratteristica sono chiamate *classi*”

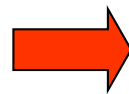
Seguendo questa struttura le metriche di paesaggio sono divise in 3 livelli



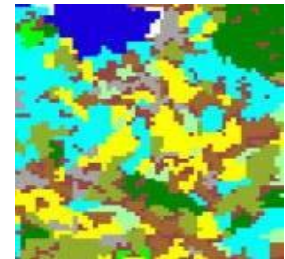
Patch level Metrics



Class level Metrics



Landscape level Metrics



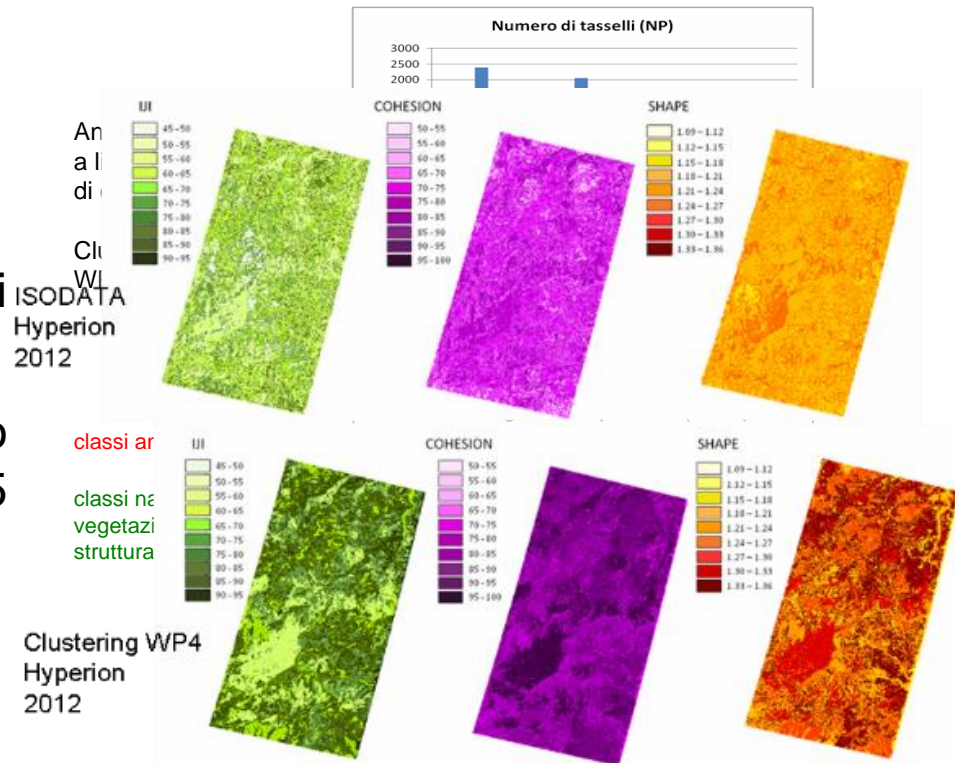
- Gestione risorse naturali
- Pianificazione interventi
- Valutazione misure/incentivi agricoli e forestali

Valutazione del valore aggiunto nell'interpretazione del paesaggio di sistemi di acquisizione come PRISMA rispetto a sensori multispettrali

Elaborazione e confronto degli ecomosaici rappresentati da Area del Pollino (Basilicata) - Dati Hyperion, MIVIS 2001-TM 2002

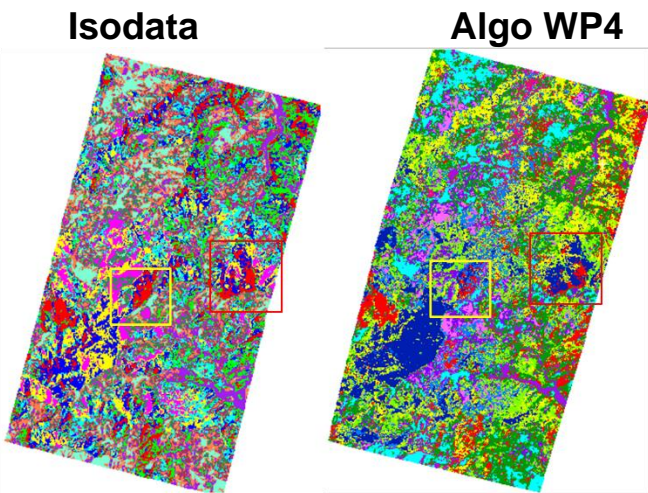
Area N-W Etna (Sicilia) – Dati Hyperion, TM 2003 – 2012

Classificazioni algoritmo standard (Isodata) 5-11-20-25 classi Hyperion e TM 2003



Aumento discrepanze tra multi e iper incrementando il numero di classi (A 60% 2003 e 40% 2012). Problematiche di labelling per classi miste antropico-naturale, necessità dati dettaglio Carta forestale (CFR)

VEGETATION: Landscape Metrics

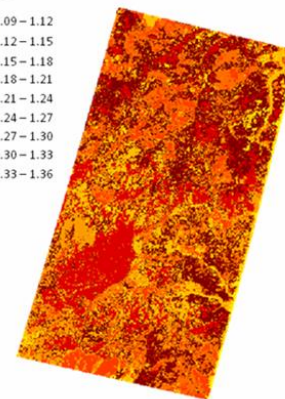
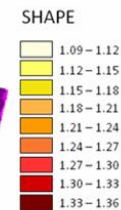
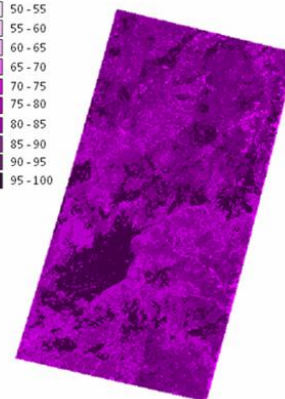
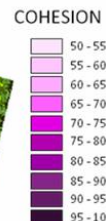
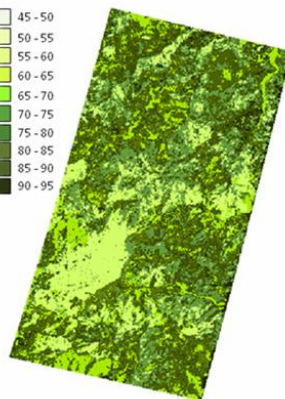
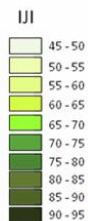
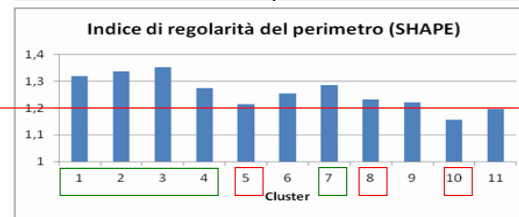
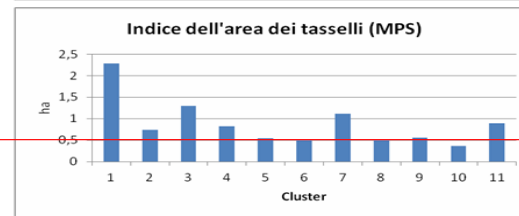
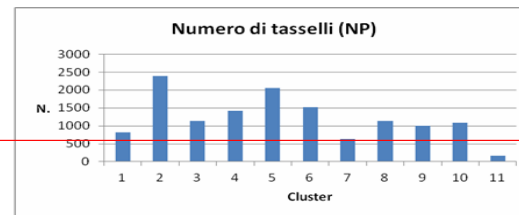


Analisi a livello di classe

Clustering WP4

classi antropiche

classi naturali con vegetazione strutturata



Clustering WP4
Hyperion
2012

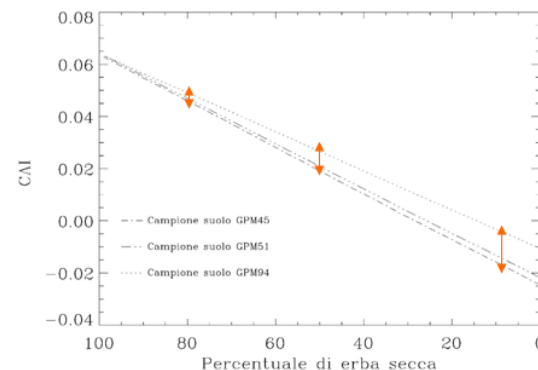
VEGETATION: Spectral Indices

Analisi degli indici spettrali per la valutazione dello stress della vegetazione naturale quale precursore di condizioni di degrado del territorio

Analisi della variabilità del CAI (Cellulose Absorption Index) al variare della percentuale di vegetazione secca presente sul suolo da misure in laboratorio con il sensore HYSPEX

Incerteza funzione della % di vegetazione secca presente e tipo di suolo:

- 5% con 80% di residui
- 10% con 50% residui



Elaborazione delle mappe di indici spettrali sulle su riflettanze Hyperion disponibili dal WP3 e confronto con mappe ottenute da sensori multispettrali

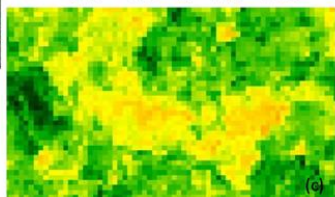
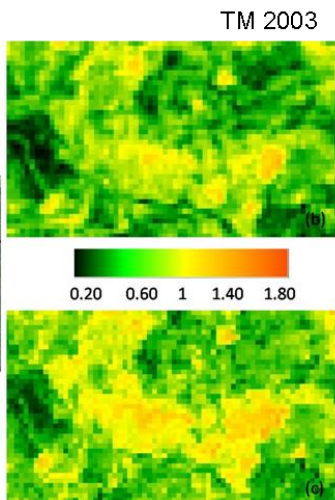
Dati: Hyperion 2003 2012, TM 2003, ALI 2012

Sito: Area N-W Etna (Sicilia)

VEGETATION: Spectral Indices

Moisture Stress Index

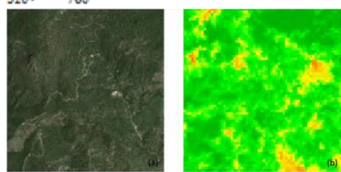
$$MSI = \frac{(R_{1599})}{(R_{219})}$$



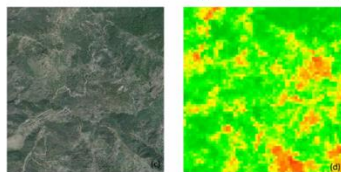
Prateria xerofila
(Classe Corine 3212)

Plant Senescence Reflectance Index

$$PSRI = (R_{660} - R_{510}) * R_{760}$$



Hyperion
2012

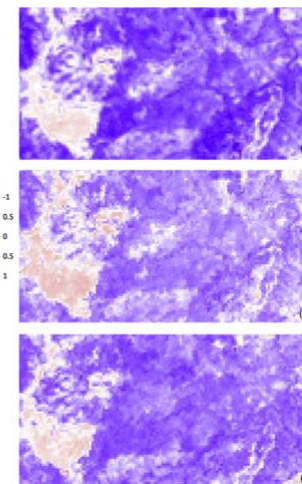


Hyperion
2003

Migliore rappresentatività dei dati simil
Prisma delle condizioni di stress (e.g.
stress idrico 2003)

Normalized Difference Infrared Index

$$NDII = \frac{(R_{219} - R_{1649})}{(R_{219} + R_{1649})}$$



TM
2003

Hyperion
2003

Hyperion
2012

*Identificazione degli indici più
rappresentativi delle condizioni di
degrado ed integrazione per le analisi di
frammentazione del paesaggio*

Attività corrente: Valutazioni finale indici per stress vegetativo ed integrazione metriche

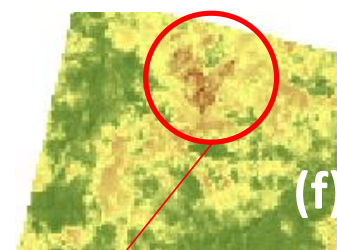
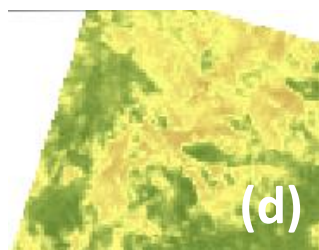
TM 2003



Hyperion 2003

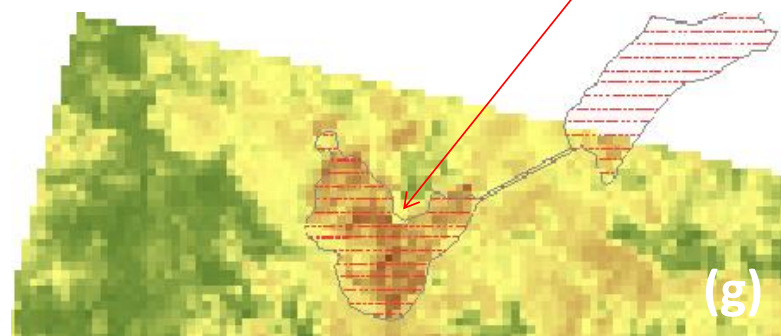
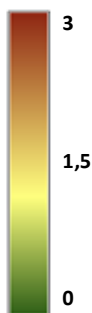


Hyperion 2012

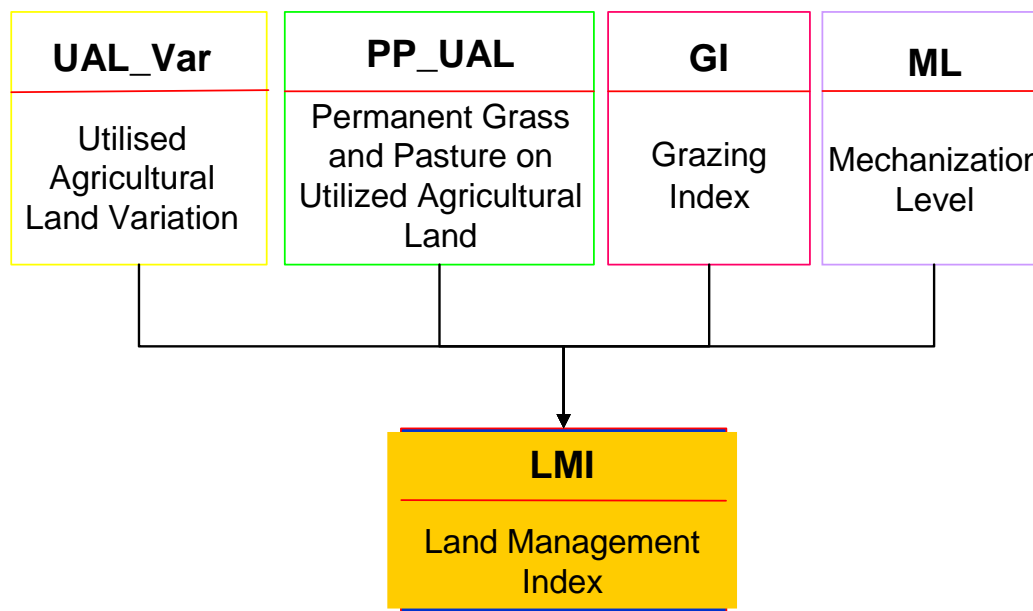


area
incendio

Moisture
Stress
Index



LAND MANAGEMENT



Percentage or variation of cultivated surfaces (general land exploitation/abandonment),
 Percentage of pasture (soil protection),
 Grazing index (vegetation degradation, soil compaction) and Level of agricultural mechanization (soil compaction)

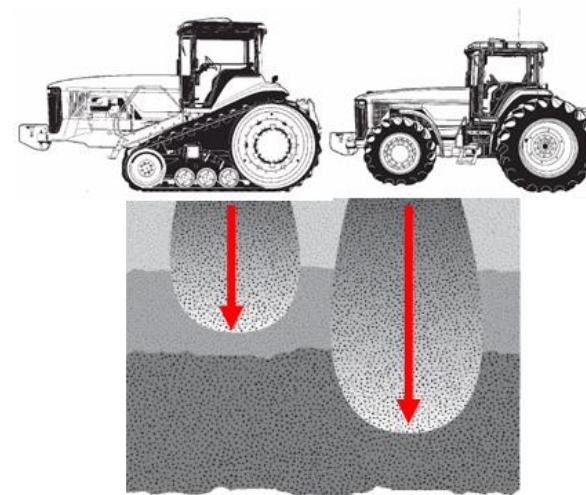
Mechanization Level Index



Many studies (see e.g., Pagliai et al., 2003; Blunden et al., 1994; Rusanov et al., 1991) enhanced different compaction effects between tyred and tracked vehicles.

Tracks induce a higher compaction effects in the superficial soil, which are easier recoverable than those caused by tyred vehicles in medium-deep subsoil layers

Moreover, tyres are not typically utilized in presence of steep slope (>18-20%).



Standard indices are based on census data by evaluating information on UAA - Utilised Agricultural Area and number of machineries

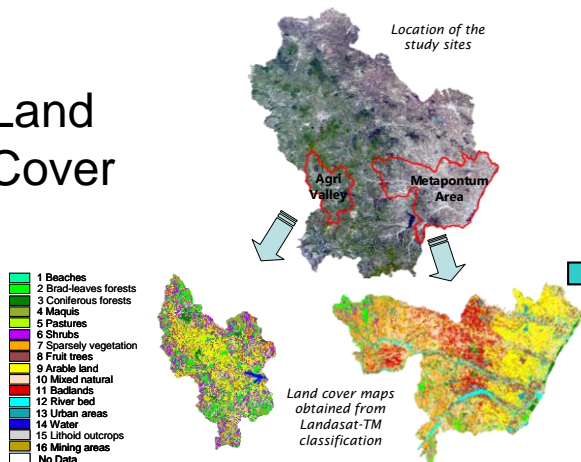
New Mechanization Level Index

To take into account the number of required passes for each cultivation type as well as the nature of grip we proposed a new index based on satellite data



SAP4PRISMA Sviluppo di Algoritmi e Prodotti per applicazioni in agricoltura ed il monitoraggio del territorio a supporto della missione PRISMA

Land Cover



Different cultivations type (source - ENAMA National Agency of Agricultural Mechanization)	Number of passes
Arable Land (cereals, legumes, crops, vegetables)	7,5
Permanent crops (rice fields, vineyards, fruit trees and berry plantations, olive groves)	7
Pastures	3
Annual crops associated with permanent crops	5
Complex cultivation patterns	4
Land principally occupied by agriculture, with significant areas of natural vegetation	3
Agro-forestry areas	1
Other classes	0

Cultivations		
Cereals		
Frumento		
Orzo		
Avena		
Mais da grano	7	
Leguminose ed		
Arachide	8	7.4
Fava	8	
Favino	8	
Fagiolo	7	
Pisello	7	
Soia	7	
Cultura erbacei		
Canapa	7	7.8
Canola	7	
Carota	8	
Coriandolo	8	
Curcuma	8	
Olive		
Piscola	7	6.8
Pomodoro	7	
Spinacio	7	
Carciofo	8	
Fragola	7	
Arborea		
Vite	7	7
Melo	7	
Pera	7	
Albicorno	7	
Albicorno	7	
Piani erbacei		
Erba	8	8

$$MLI = \sum_{i=1}^{nc} N_P \frac{A_i}{UAA} f$$

N_P = the average number of machineries passes for single Corine class

nc = the number of classes within the given municipality

A_i = the class area within the municipal boundaries

UAA = Utilized Agricultural Land at municipal level

f = the correction factor according to tyres (1.5) or tracks (1) use.

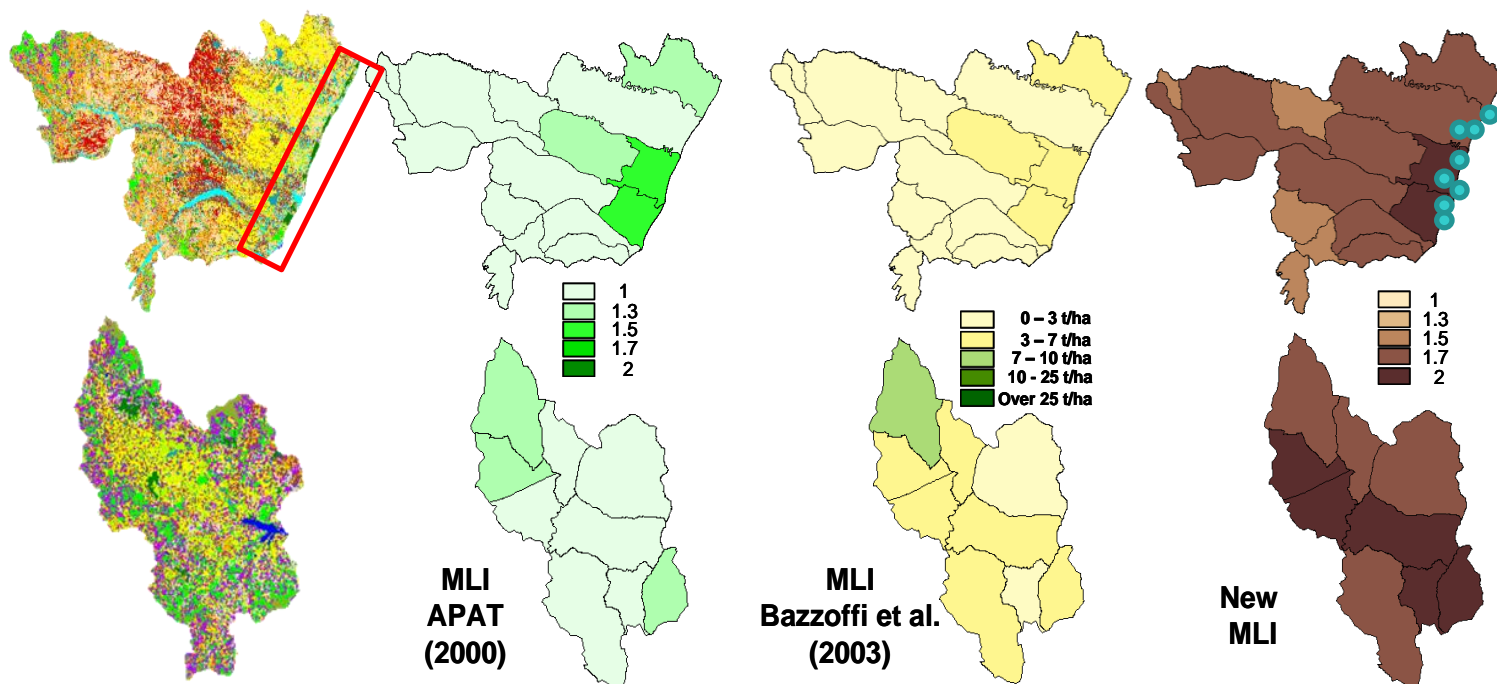
Number of passes for different cultivations

(data from ENAMA – Ente Nazionale per la Meccanizzazione Agricola)

MLI comparison at basin level



SAP4PRISMA
Sviluppo di Algoritmi e Prodotti per applicazioni in agricoltura ed il monitoraggio del territorio a supporto della missione PRISMA



Multispectral data (Landsat ETM/OLI) improved the spatial variability of MLI vs standard indices about 60% (evaluation on 131 municipalities of Basilicata Region)

More Detailed LC by Aerial Hyperspectral sensor improved the correlation with field data (Proland project) vs multispectral of about 36%



SAP4PRISMA

Sviluppo di Algoritmi e Prodotti per applicazioni in agricoltura ed il monitoraggio del territorio a supporto della missione PRISMA

Grazie per l'attenzione

tiziana.simoniello@imaa.cnr.it