
Individuazione delle coperture in cemento-amianto mediante tecniche di telerilevamento

Roberto Colombo, Cinzia Panigada, Chiara Cilia, Micol Rossini

Remote Sensing of Environmental Dynamics Lab.
Dept. of Earth and Environmental Sciences
Università degli Studi Milano-Bicocca

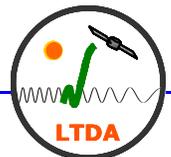
roberto.colombo@unimib.it
<http://www.disat.unimib.it/Telerilevamento/>

TELERILEVAMENTO DELLE COPERTURE IN CEMENTO AMIANTO

Un prezioso strumento di analisi a supporto delle valutazioni delle coperture in cemento amianto e del loro stato di conservazione.



27 MAGGIO 2015 - Urban center- sala E, Via Turati, 6, Monza



SOMMARIO

- Introduzione;
- Presentazione delle attività:
 - Pianificazione esperimento
 - Armonizzazione dei dati
 - Generazione delle mappe di copertura CA e del loro stato di deterioramento
- Conclusioni e prospettive.



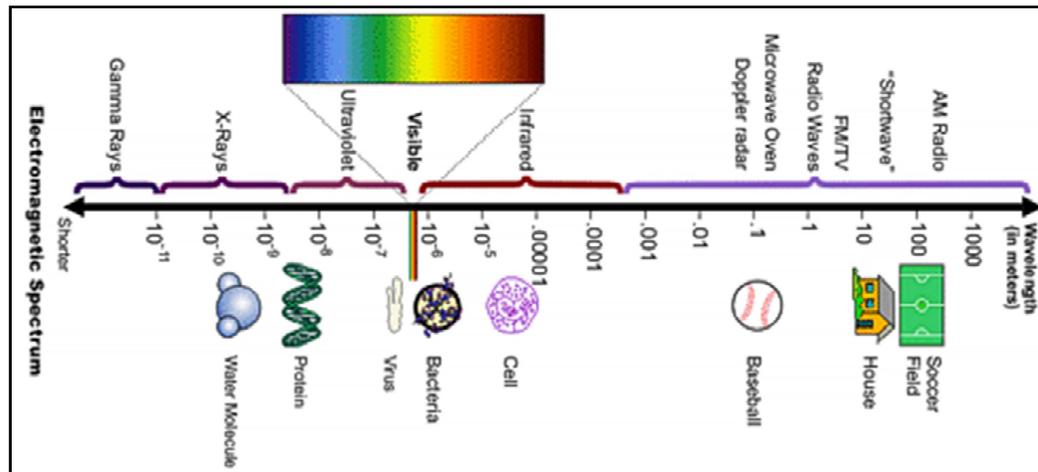
INTRODUZIONE

Telerilevamento (Remote Sensing)

Il telerilevamento é una scienza che permette di ottenere informazioni qualitative e quantitative relative a un oggetto o un'area, tramite la registrazione e l'analisi di dati acquisiti da un dispositivo che non è direttamente a contatto con l'oggetto o l'area o investigata;

Più specificamente...

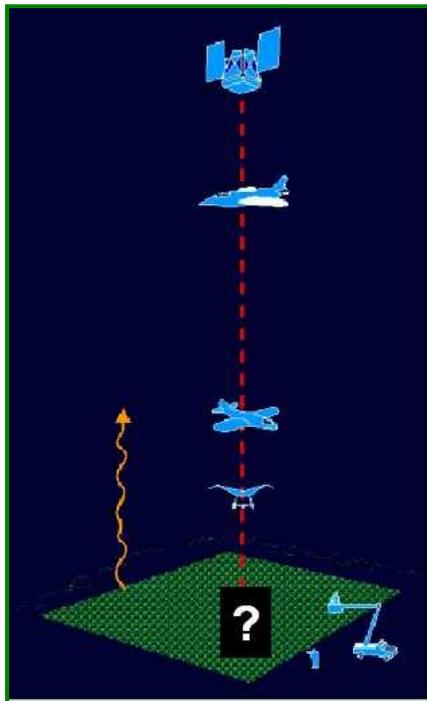
Lo studio delle caratteristiche di una determinata superficie avviene analizzando la radiazione EM da essa riflessa o emessa a differenti lunghezze d'onda



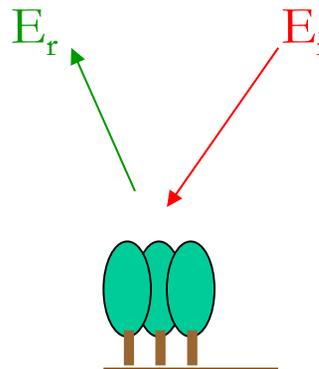
INTRODUZIONE

Telerilevamento (ottico/termico, passivo)

La radiazione elettromagnetica riflessa o emessa da una superficie alle diverse lunghezze d'onda dipende dalle caratteristiche chimico-fisiche della superficie stessa



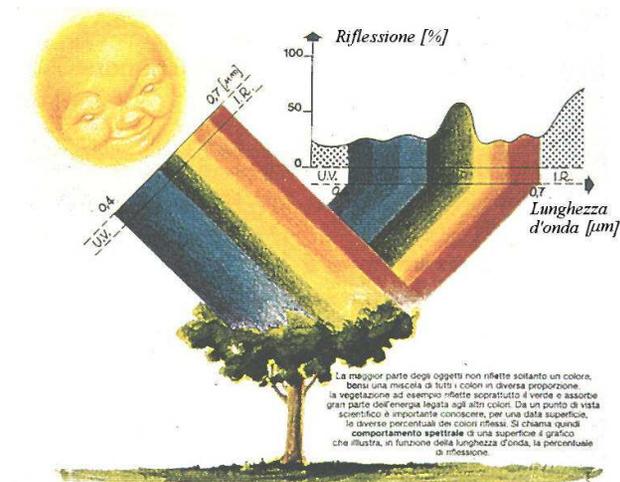
Dalla legge di Kirchhoff



$$\rho(\lambda) = E_r(\lambda) / E_i(\lambda)$$

$\rho = 0 \Rightarrow$ corpo nero

$\rho = 1 \Rightarrow$ specchio



INTRODUZIONE

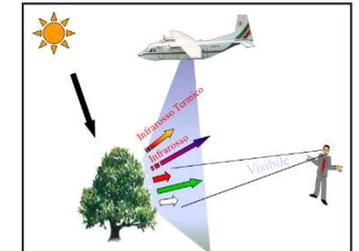
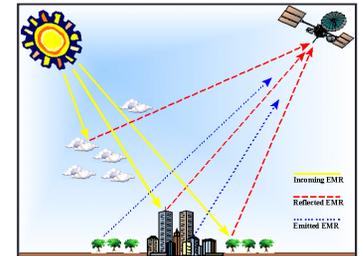
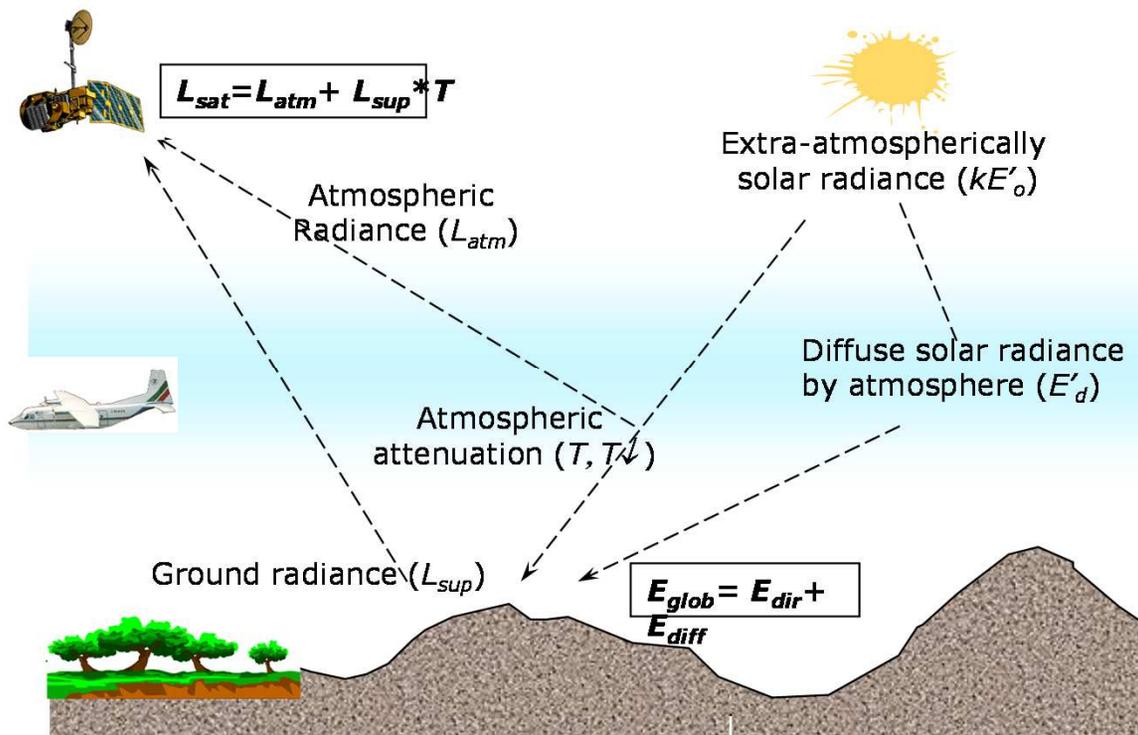
Cosa misuriamo

ATMOSPHERE and TOPOGRAPHY

Optical and thermal bands

GEOMETRIC CORRECTION

Pixel displacement, orthorectification procedure



$$\rho(\lambda) = E_r(\lambda) / E_i(\lambda)$$

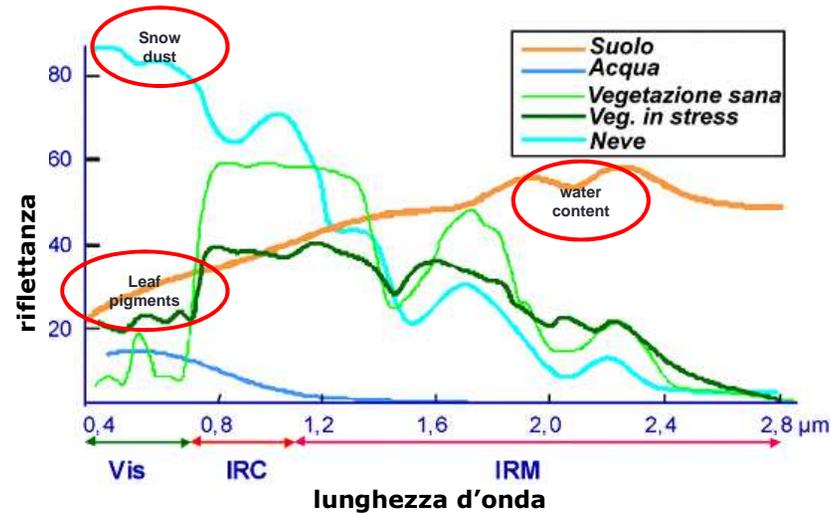
$$\rho_{aircraft} = T_{gas}(\vartheta_s, \vartheta_v) \left[\rho_{atmo} + T^\downarrow(\vartheta_s) T^\uparrow(\vartheta_v) \frac{\rho_s}{1 - S\rho_s} \right]$$

Labels for the equation components:

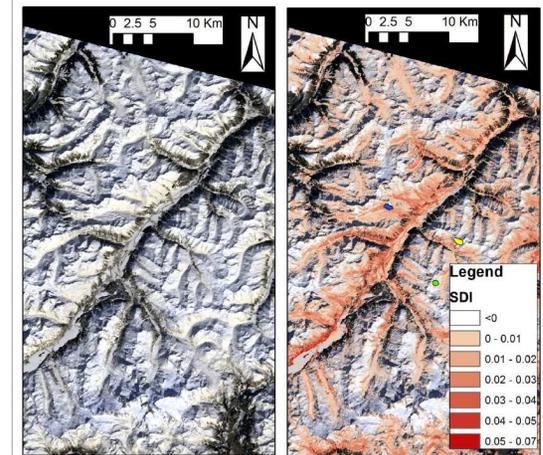
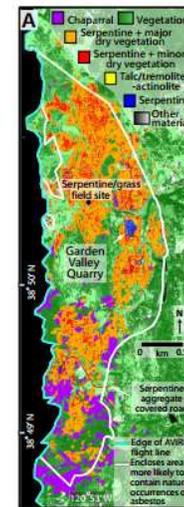
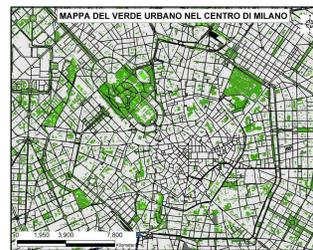
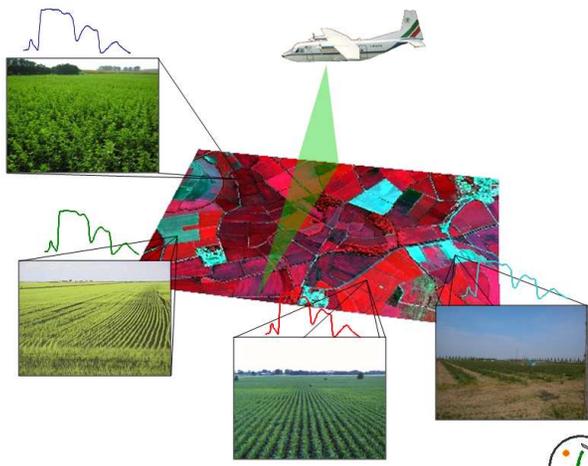
- $T_{gas}(\vartheta_s, \vartheta_v)$: absorption
- ρ_{atmo} : atmo reflectance
- $T^\downarrow(\vartheta_s) T^\uparrow(\vartheta_v)$: scattering
- $\frac{\rho_s}{1 - S\rho_s}$: surface reflectance, multiple interaction surface-atmo

INTRODUZIONE

Generazione di mappe tematiche e applicazioni a diverse scale



Sensori iperspettrali
aviotrasportati

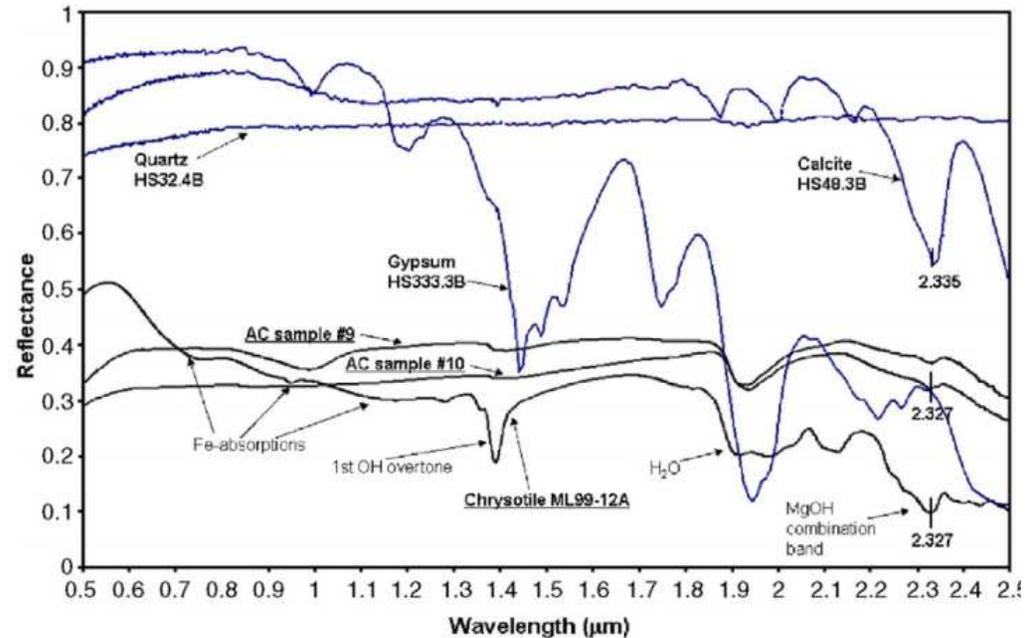
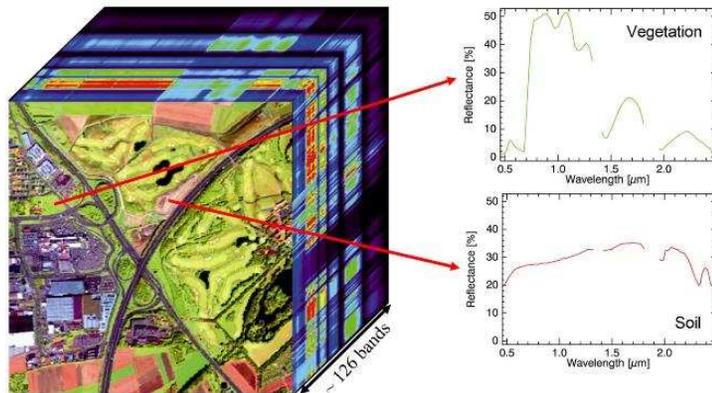


Swayze et al., 2009

TELERILEVAMENTO DELLE COPERTURE DI CEMENTO AMIANTO

Tecniche basate su analisi di immagini iperspettrali (sensori aviotrasportati, ottico e termico). Abbastanza ben consolidate. In genere si ottiene:

- Mappe presenza/assenza coperture cemento amianto e statistiche aggregate a livello comunale/provinciale (raramente su catasto);
- Informazioni sullo stato delle coperture (Abbondanza delle fibre, sperimentale)



CONTESTO E OBIETTIVI

Ambito Agenda21. Fornire ai comuni di Biassono, Lissone, Monza, Muggiò e Seregno informazioni utili sulle coperture in cemento-amianto ai fini di operazioni di controllo e bonifica.

Generazione di mappe della presenza di coperture in cemento amianto mediante immagini iperspettrali acquisite con sensore aviotrasportato MIVIS

1. Set-up della procedura, operativa, aggiornabile e ripetibile;
2. Sviluppo di un indice spettrale per la valutazione del grado di deterioramento delle coperture.

PIANIFICAZIONE DELL'INDAGINE

Configurazione sorvolo iperspettrale

Data e ora: 05/07/2013, h 12.30 – 13.15 (locale)

Sensore: MIVIS: (Multispectral Infrared Visible Imaging Spectrometer)

N. Canali: 92 VIS, NIR, SWIR + 10 TIR

Quota di volo: 1500 m s.l.m.

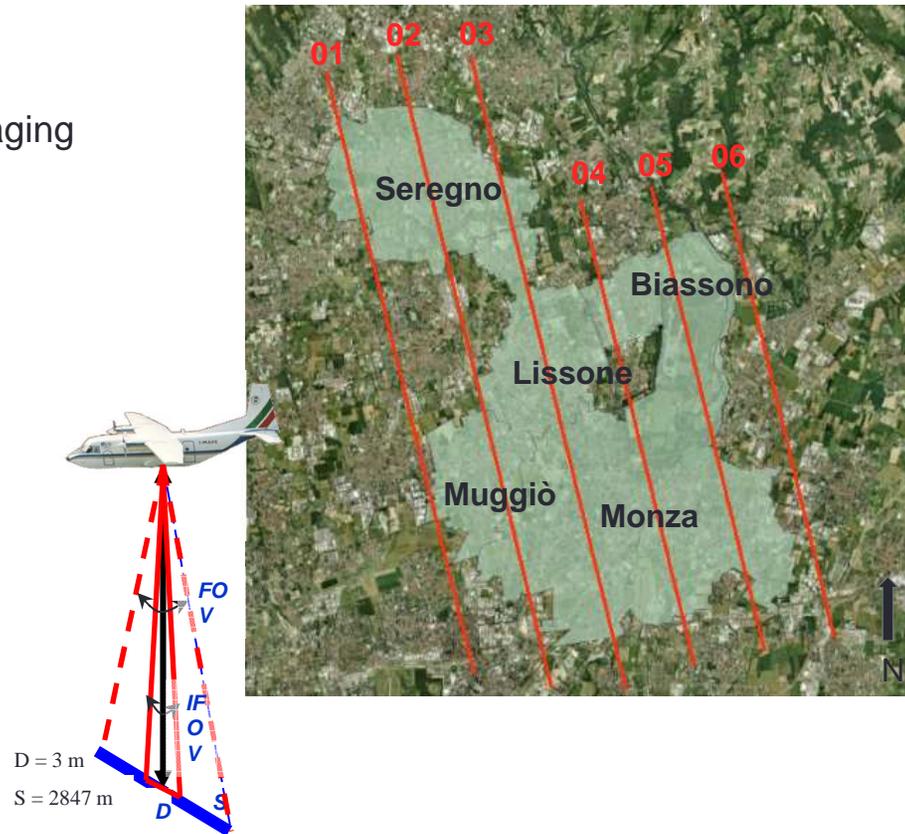
Direzione: perpendicolare al piano solare

Dimensione pixel a terra: 3m x 3m

FOV: 90° **Swath:** 2847 m

N° strisciate: 6

Sovrapposizione: 35% (1050 m = 350 pixel)



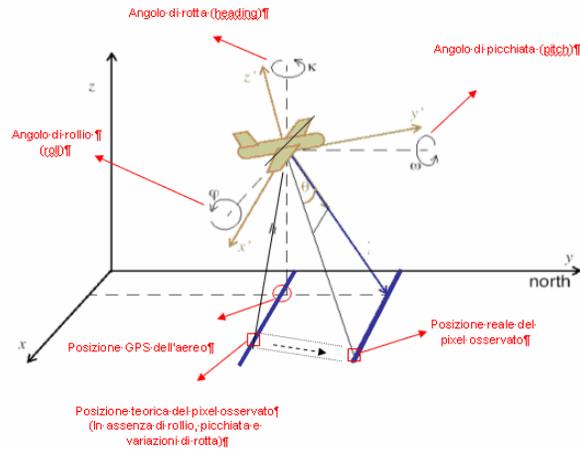
Pianificazione campagna a terra

Misure spettrali di superfici di riferimento

Osservazioni e misure spettrali per la valutazione del grado di deterioramento delle coperture

PREELABORAZIONE DELLE IMMAGINI

Correzione geometrica



Software PARGE
Ortofoto 2012 per punti di controllo
Accuratezza della correzione
RMSE: 2 pixel (6m)



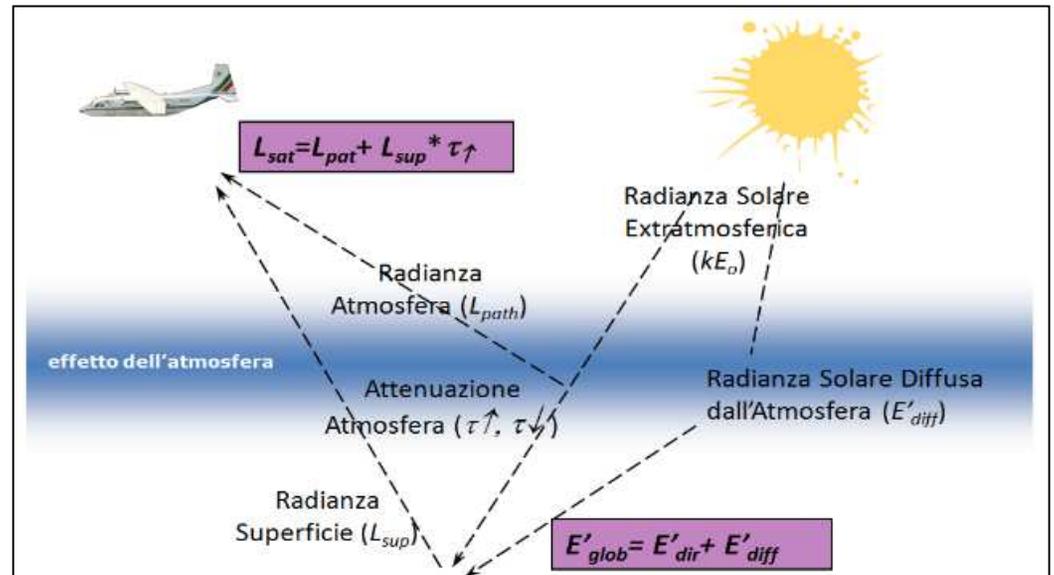
PREELABORAZIONE DELLE IMMAGINI

Correzione atmosferica e stima della riflettanza

Modello di correzione:
ATCOR (ATmospheric CORrection)

Parametri usati:

- Tipo aerosol: urbano
- Water vapor: 2.9 g cm^{-2}
- Visibilità: 10 km
- Quota di volo: 1500 m.s.l.m.
- Altitudine: 230 m.s.l.m.
- Zenit/Azimut solare: specifico per ogni run
- Direzione volo: specifica per ogni run
(verso sud - 164° , verso nord - 343°)



In collaborazione con IREA - CNR

ESEMPIO DI IMMAGINI MIVIS CORRETTE

Mosaico 6 strisciate
e confini dei 5 Comuni

Sintesi RGB colori reali



DATI DISPONIBILI

Dati cartografici

DB topografico, Ortofoto e Catasto digitali

Dati relativi alle coperture

Ordinanze comunali e Modelli autocertificazione

Allegato n. 4
 (art. 12 del DPR)
 Certificato amianto, tegoli e sistema informativo

Comune DI LISSONE
 20028 LISSONE (MI)

Modello NAI - NOTIFICA DI PRESENZA DI AMIANTO IN STRUTTURE O LUOGHI

Al dipartimento di Prevenzione Medico della ASL di LISSONE
 Via sottostanti Cognome ABOCIO Nome PAOLA
 nato a LISSONE prov. MI il 15/01/69
 residente in Via Piazza LECCO n. 21 Frazione/Locale S. MARGHERITA
CAPDOLCI Comune LISSONE Provincia MI
 Codice Fiscale RAPIA GRADDEGHIV
 Telefono 02/5613584 Fax
 Indirizzo di posta elettronica paola.abocio@comuni.mi.it

In qualità di: proprietario amministratore condominio rappresentante legale

dichiaro

1. Indirizzo dell'edificio o del luogo con presenza di amianto
 Via Piazza LECCO n. 21 Frazione/Locale S. MARGHERITA
CAPDOLCI Comune LISSONE Provincia MI
 In caso di ditta/società/struttura aperta al pubblico (vedi punto 2) indicare la denominazione:

2. Destinazione d'uso prevalente dell'edificio o luogo con amianto
 Abitazione Ufficio
 Struttura pubblica e privata aperta al pubblico (specificare):
 Fabbrica/Azienda
 Altro (specificare):

3. Luoghi dove è presente l'amianto:
 Fabbricato
 Impianto
 Deposito in area coperta
 Deposito su terreno
 Amianto naturale

4. L'amianto è: Confinato Non confinato (*)
 (*) Confinato: materiale contenente amianto separato dall'ambiente da una barriera fisica permanente

5. Il sito con presenza di amianto è: Accessibile (*) Non accessibile
 (*) Accessibile - possibilità di accedere al sito

6. Indicatori su manufatti contenenti amianto

| Parametro | Aspetto in materiale legante | | Aspetto in matrice compatta | |
|--|--|---|--------------------------------------|---------------------------|
| | Colorazione di sfondo visibile o metallica | Colorazione di impasti, tegole, tubazioni | Pavimenti a cemento amianto, cementi | Pavimenti in viti amianto |
| Anno di posa (anni) | | | | |
| Quantità (kg/m ²) | | | | |
| Superficie esposta alla frangitura (m ²) | | | | |
| Indirizzo di posta elettronica | | | | |
| Condizione del materiale in amianto | | | | |

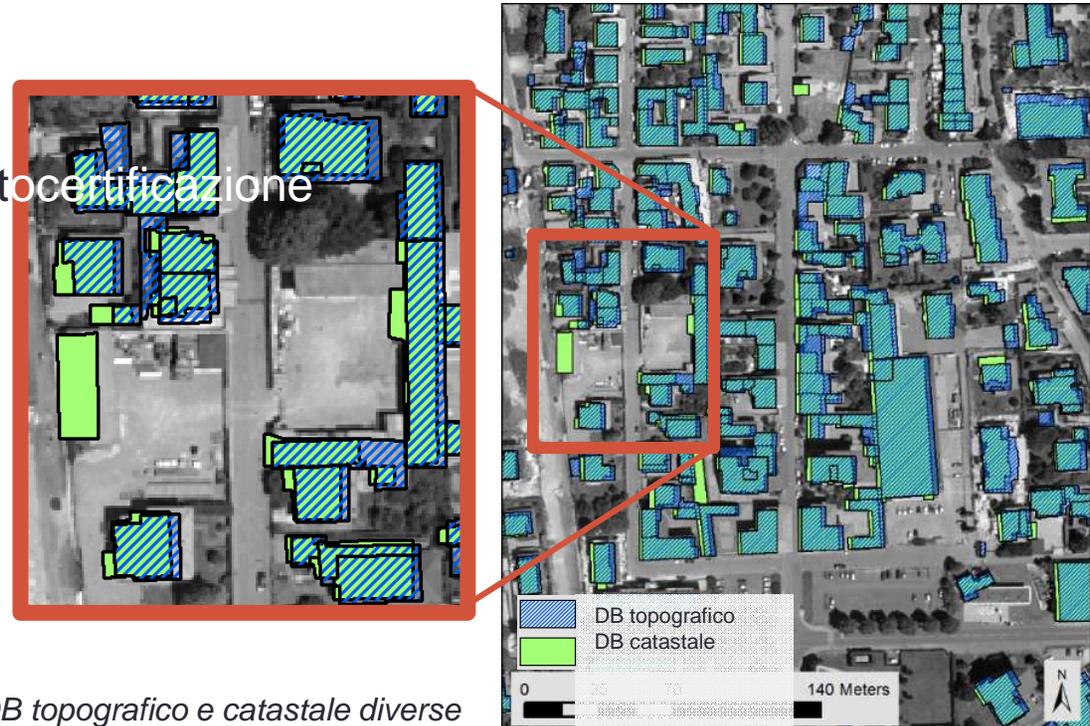
(*) Denominazione messa dal 1974 al 1976 (col. del 1974 in 1976)
 (*) Frazione - "Non visibile" (Pavile) - materiale che può essere facilmente abitato e ridotti in polvere con la semplice azione normale

7. Vi è attività nel sito con amianto SI NO (dichiaro)

8. E' stato programmato l'intervento di bonifica SI NO

9. (se sì) Tipo d'intervento programmato Rimozione Confinamento Altro

Paola Abocio
 Firma (in caso di ditta/società/struttura aperta al pubblico)



DB topografico e catastale diverse proiezioni, diversi gradi di aggiornamento e completezza, problemi di digitalizzazione... + immagini MIVIS

Notifiche di presenza di amianto in strutture o luoghi

Fase di armonizzazione...😊

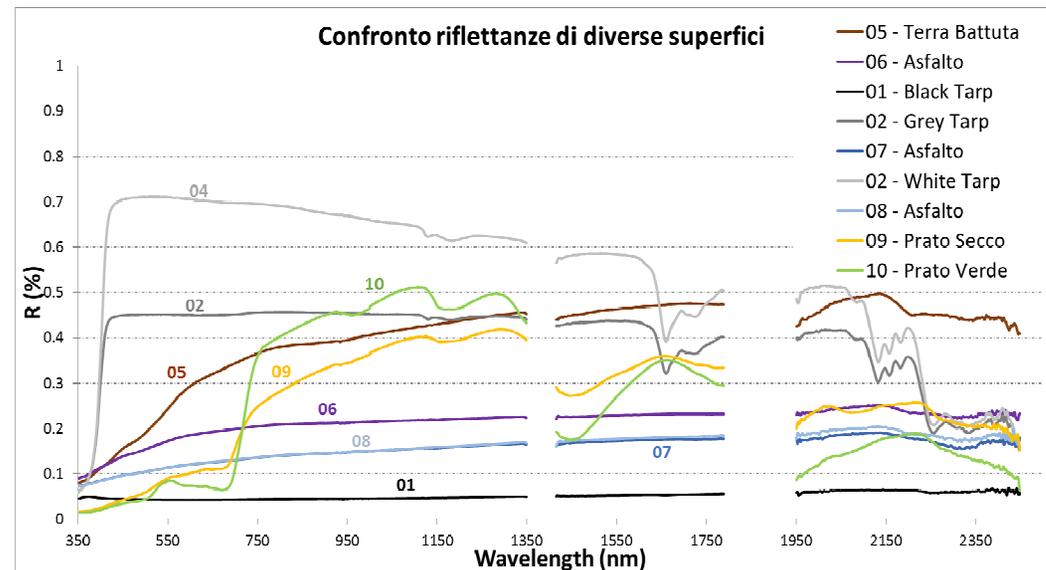
ACQUISIZIONE DATI SPETTRALI IN CAMPO

MISURE DI CAL/VAL

misure spettrali con spettroradiometri portatili VIS-NIR per calibrazione/validazione dei modelli di correzione atmosferica



Target invarianti (3): teli in PVC (tarps)
Target quasi-invarianti (4): asfalto, terra battuta
Target naturali (2): prato secco e prato verde



ACQUISIZIONE DATI SPETTRALI IN CAMPO

Caratteristiche spettrali delle coperture in CA

Valutazione degli effetti di diversa illuminazione e geometria e dello stato di alterazione dei tetti sul segnale registrato

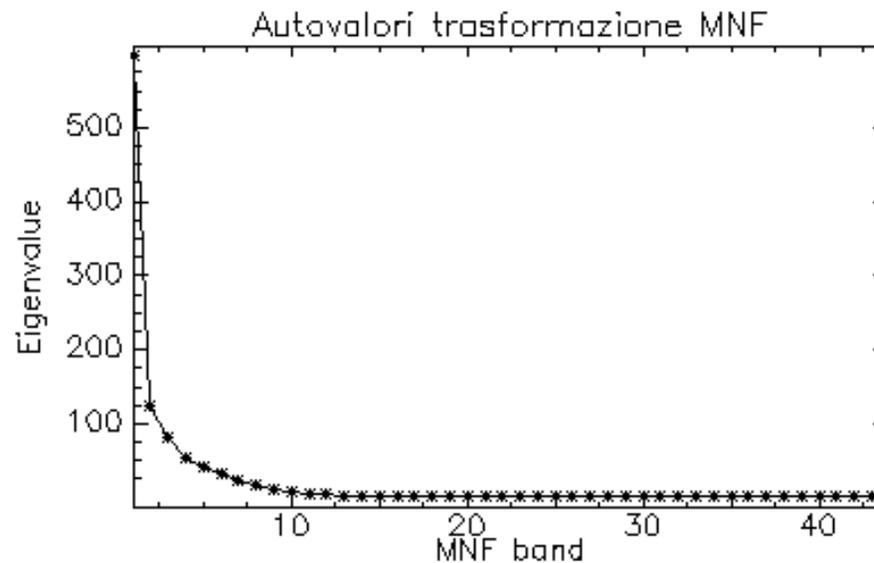


GENERAZIONE DELLE MAPPE DI COPERTURA

Metodo: **BANDE SINTETICHE MNF (Minimum Noise Fraction)**

Strategia MNF e generazione bande sintetiche

- 102 bande MIVIS (VIS + IR + SWIR) \longrightarrow 10 MNF
- 10 bande MIVIS (TIR) \longrightarrow 2 MNF

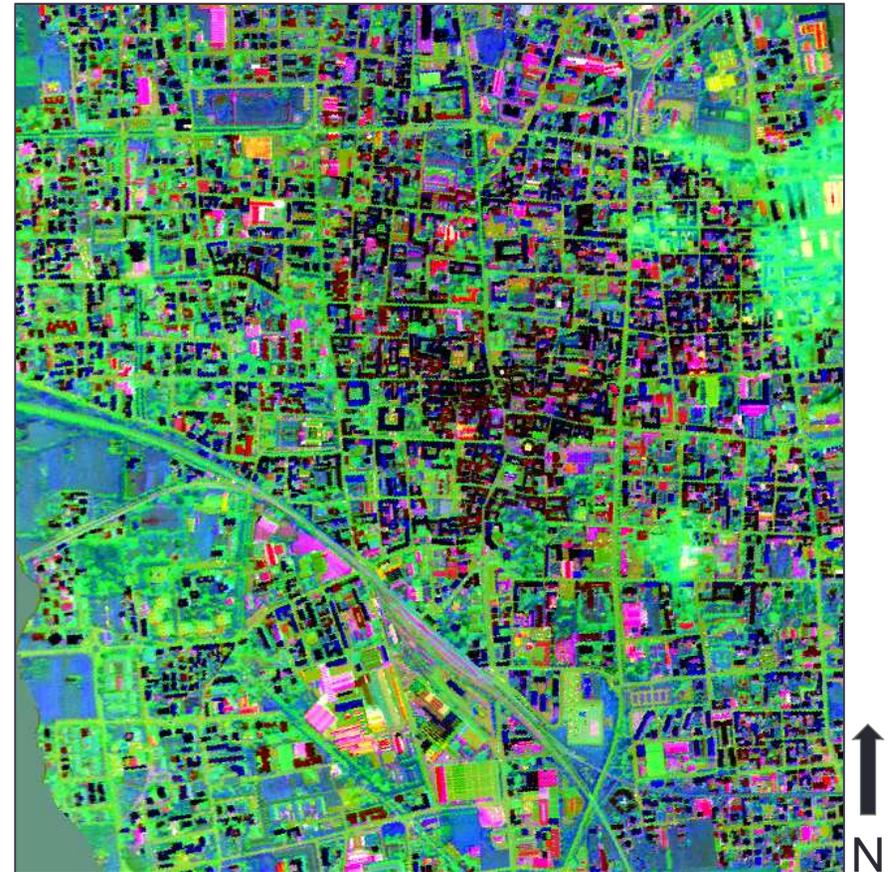


GENERAZIONE DELLE MAPPE DI COPERTURA

ESEMPIO DI VISUALIZZAZIONE DI BANDE MNF



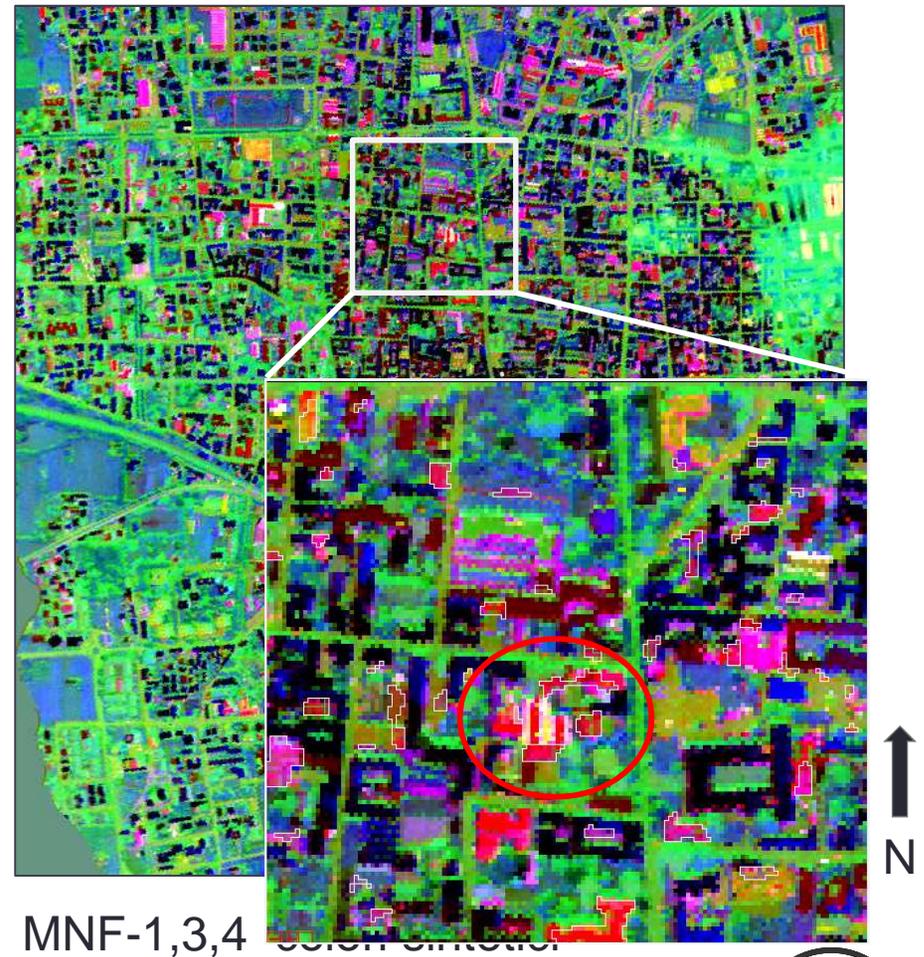
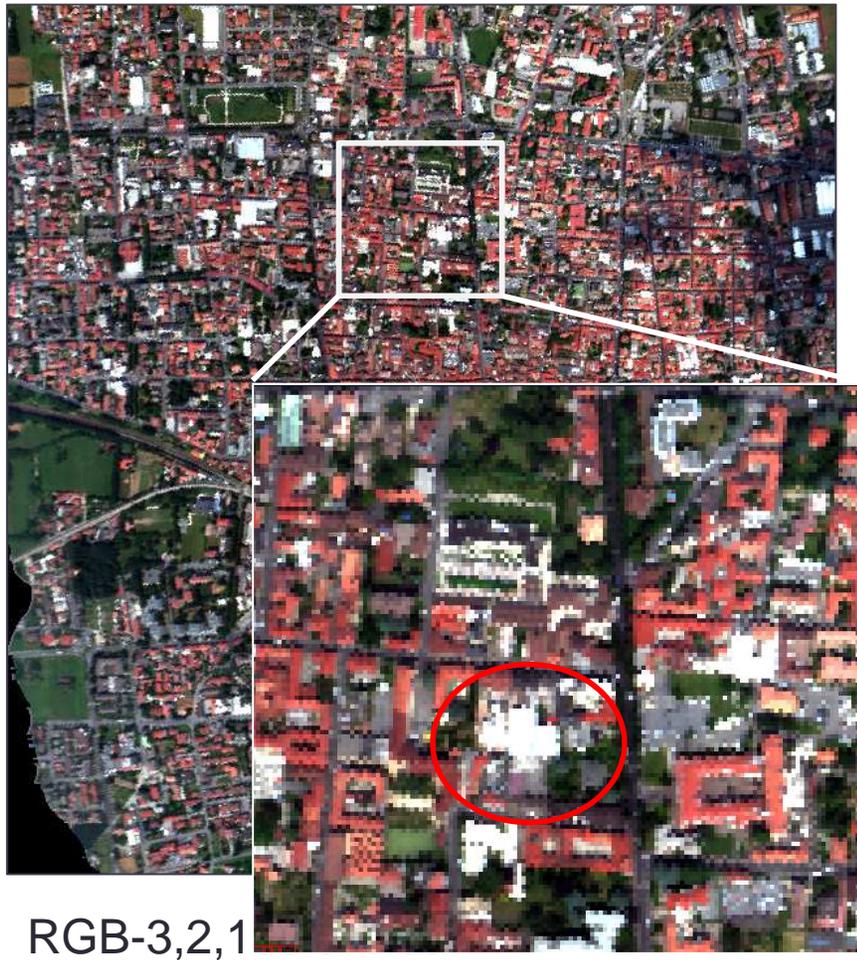
RGB-3,2,1 colori reali



MNF-1,3,4 colori sintetici

GENERAZIONE DELLE MAPPE DI COPERTURA

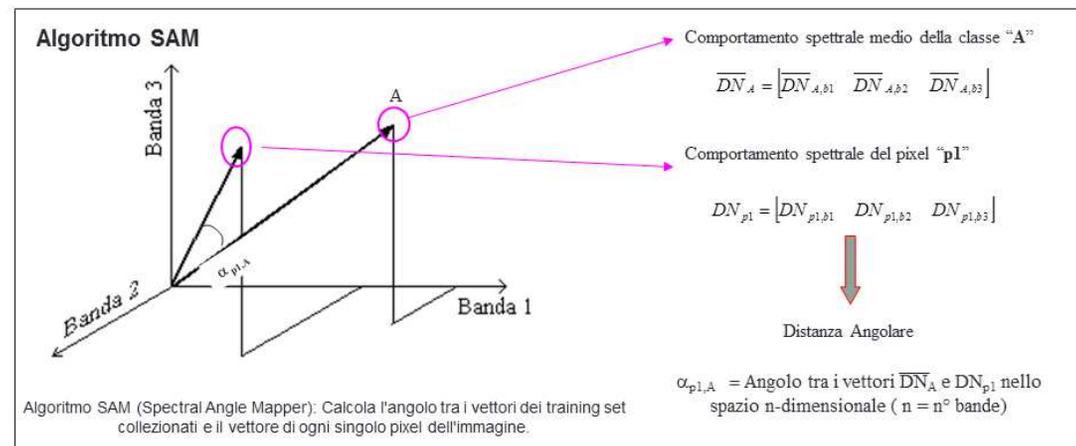
ESEMPIO DI VISUALIZZAZIONE DI BANDE MNF: benefici del dato iperspettrale



SCELTA ALGORITMO E FASE DI ADDESTRAMENTO

Definizione di Regioni di interesse (ROI) sulle RUN MIVIS in corrispondenza di tetti/materiali noti

- **TRAINING SET** per istruire l'algoritmo SAM al riconoscimento automatico dei seguenti materiali:
 - Cemento-amianto,
 - Altre coperture (cemento, alluminio, ..)
 - Coppi
 - Asfalto



- **TESTING SET** per valutare l'accuratezza: 1050 punti (tetti) selezionati random e assegnati alle diverse classi (fotointerpretazione ortofoto e spettri MIVIS)

ESEMPIO DI TRAINING SET

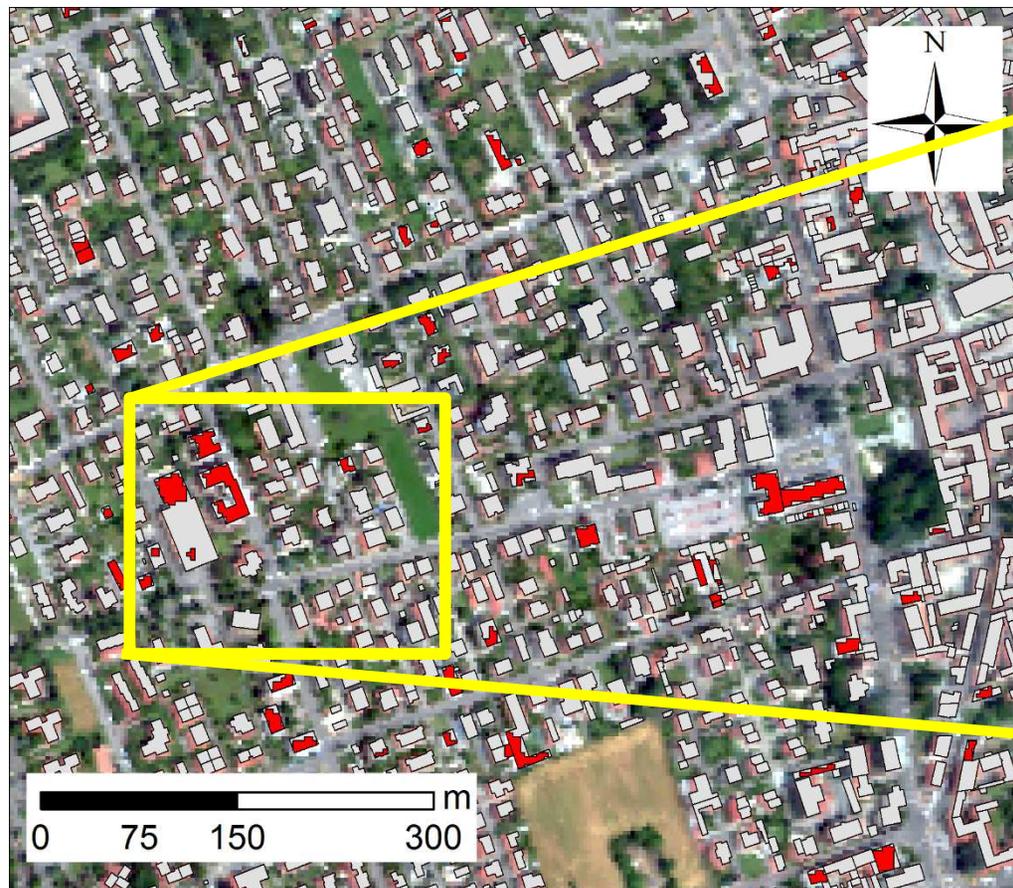


ESEMPIO DI CLASSIFICAZIONE FINALE

(MNF-12, SAM, $\alpha= 0.05$)

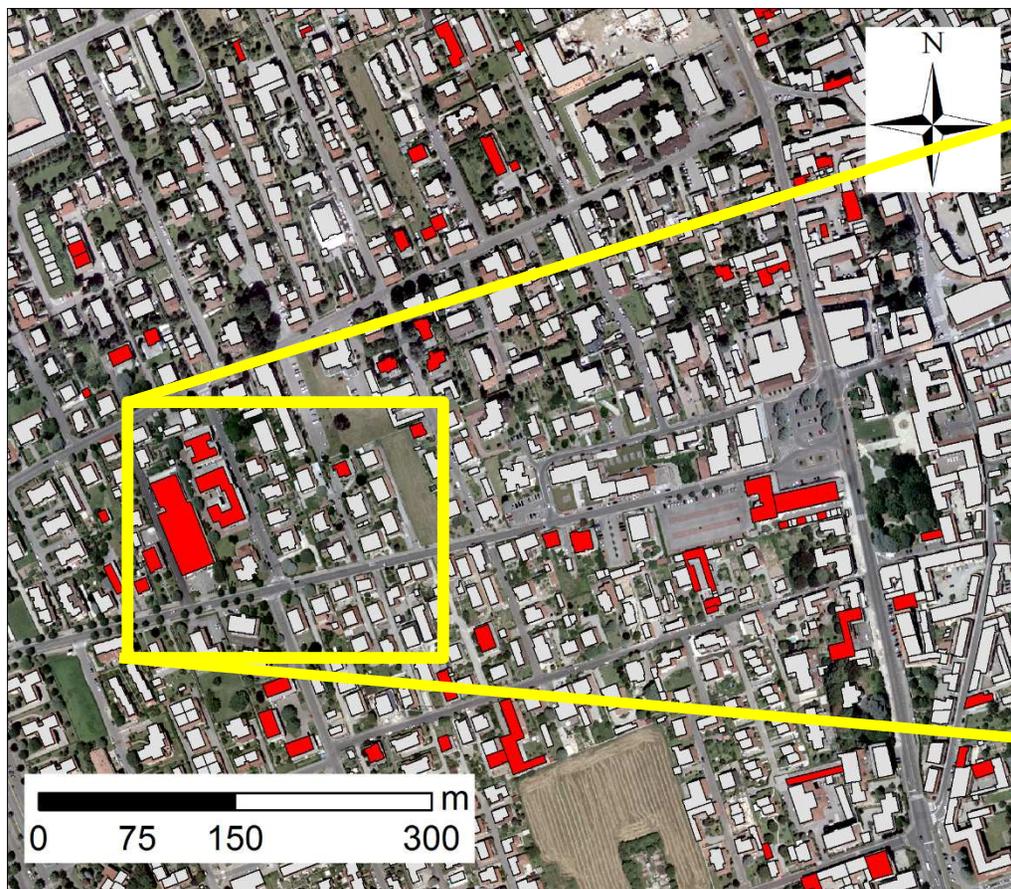


ASSOCIAZIONE AI DATI CATASTALI



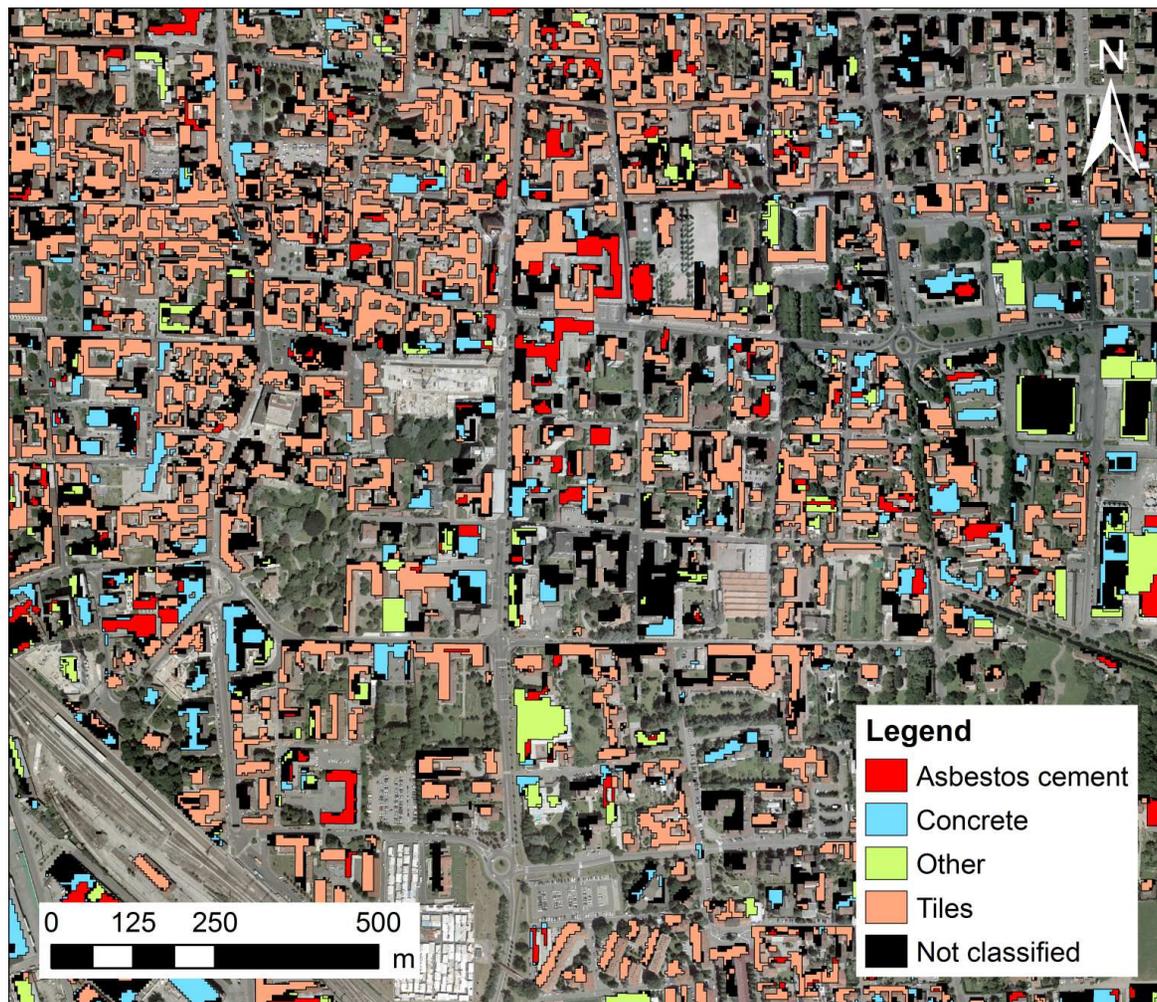
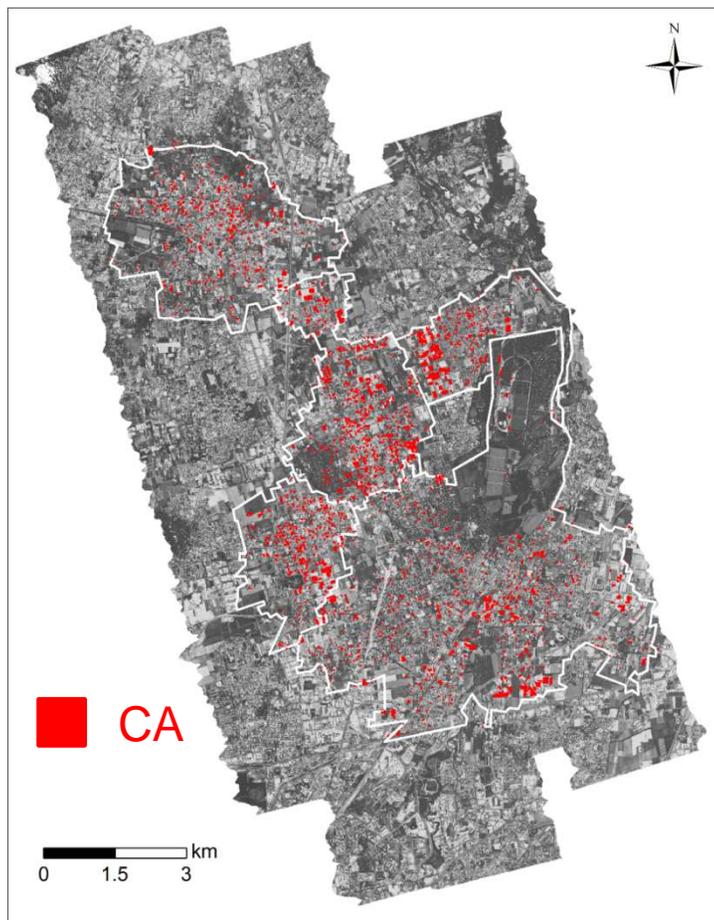
Pixel riconosciuti come CA

ASSOCIAZIONE AI DATI CATASTALI



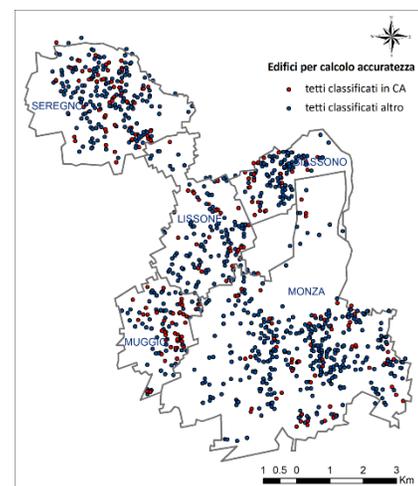
■ Edifici con presenza di CA

ESEMPIO DI RISULTATI A SCALA COMUNALE



VALUTAZIONE DELL'ACCURATEZZA

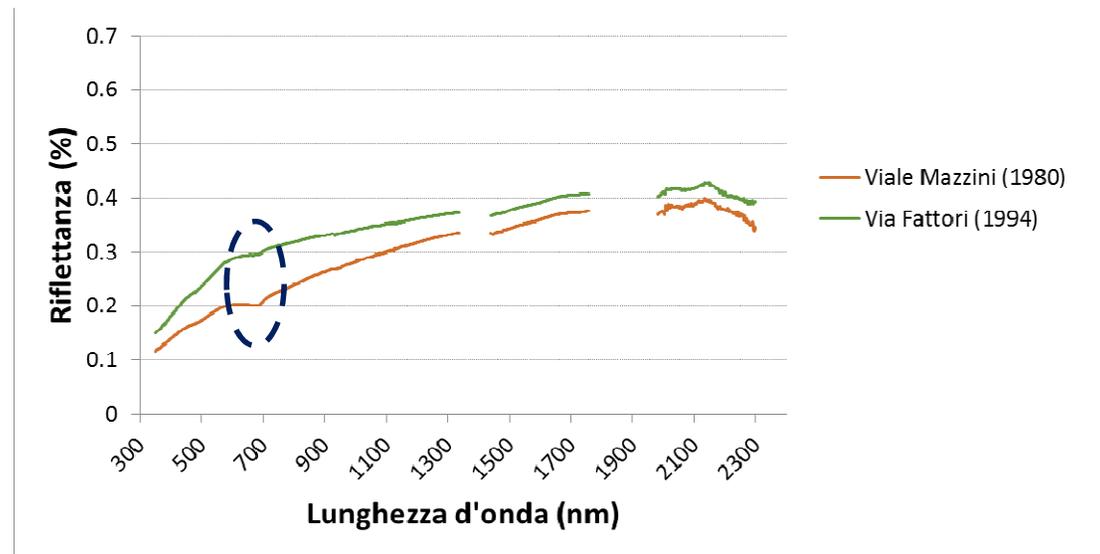
Campionamento random stratificato
con 1050 punti distribuiti
uniformemente



| Accuratezza dopo fotointerpretazione | Producer's Accuracy | Errore di Omissione | User's Accuracy | Errore di Commissione |
|--------------------------------------|---------------------|---------------------|-----------------|-----------------------|
| Classificazione cemento-amianto | 89% | 11% | 86% | 14% |

VERSO UN INDICE DI DETERIORAMENTO DELLE COPERTURE

Effetto della matrice e della presenza di muschi e licheni sul segnale alle diverse lunghezze d'onda

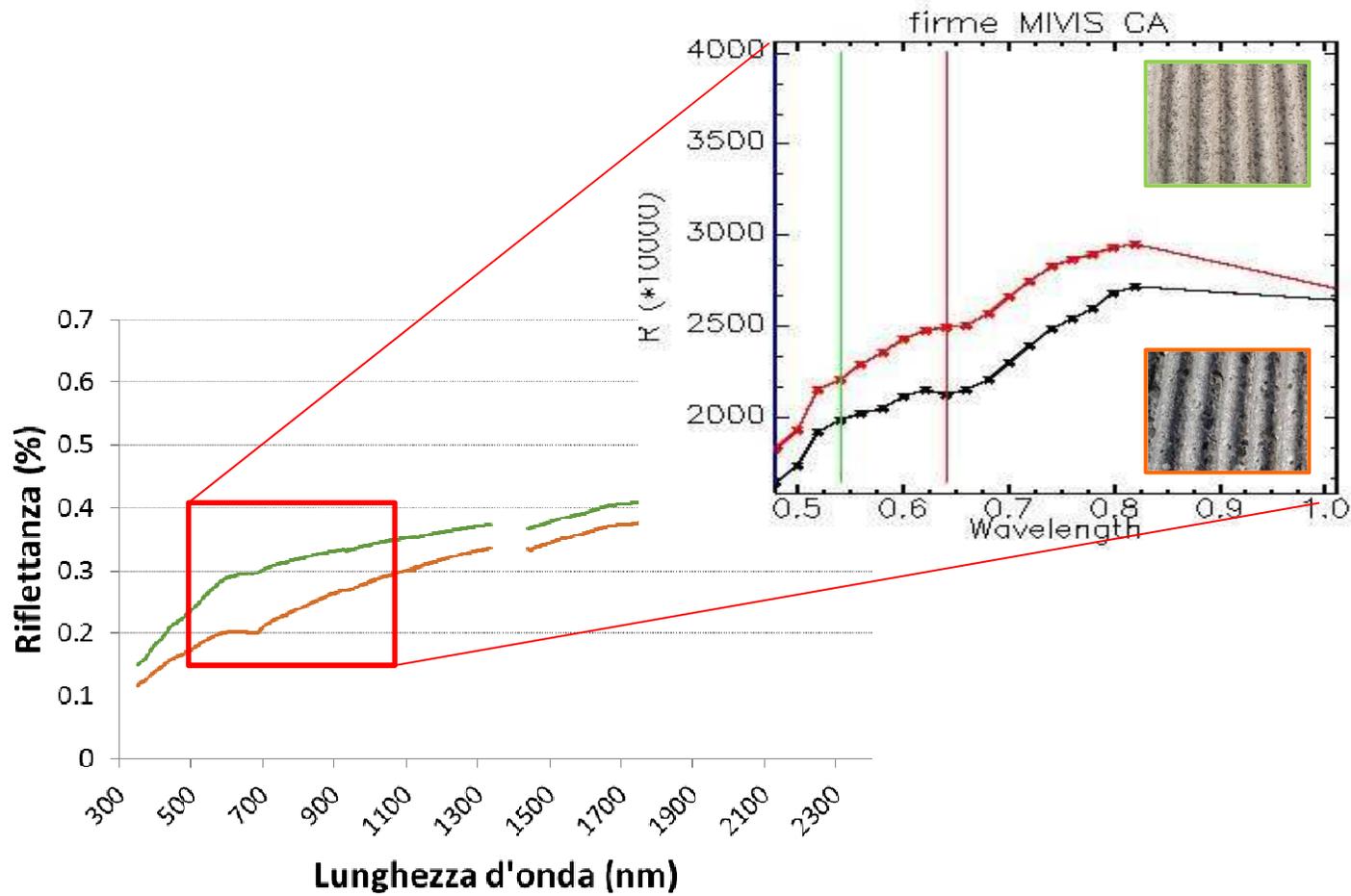


Differenti tipologie e variabilità del grado di alterazione

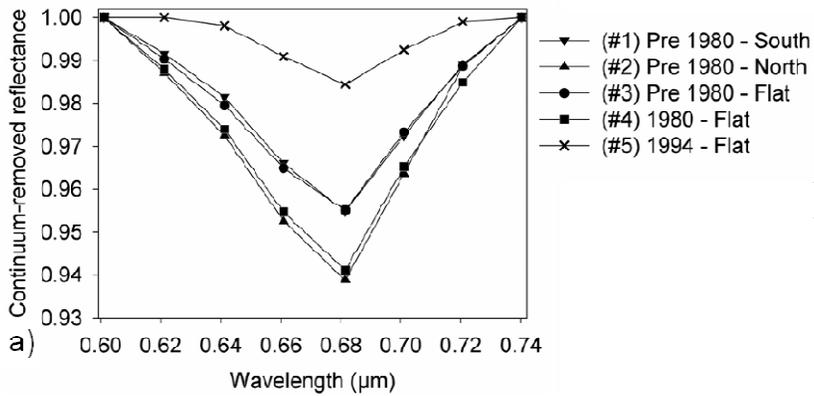


Vicinanza, simile inclinazione e orientazione

VALUTAZIONE DELLE IMMAGINI MIVIS



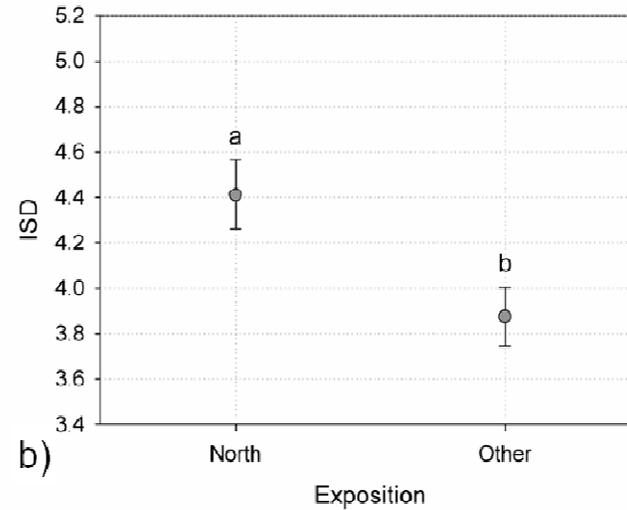
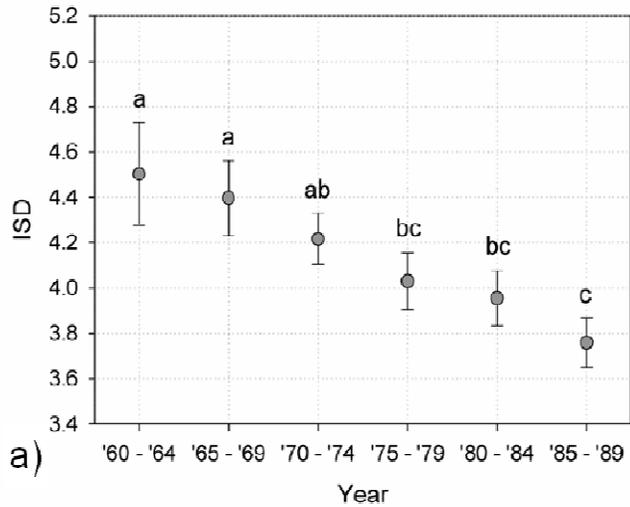
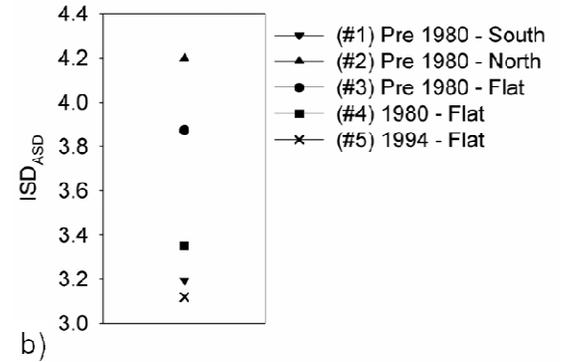
FORMALIZZAZIONE DELL'INDICE DI DETERIORAMENTO



$$ISD = \frac{CR_{0.68}}{R_{0.74}}$$

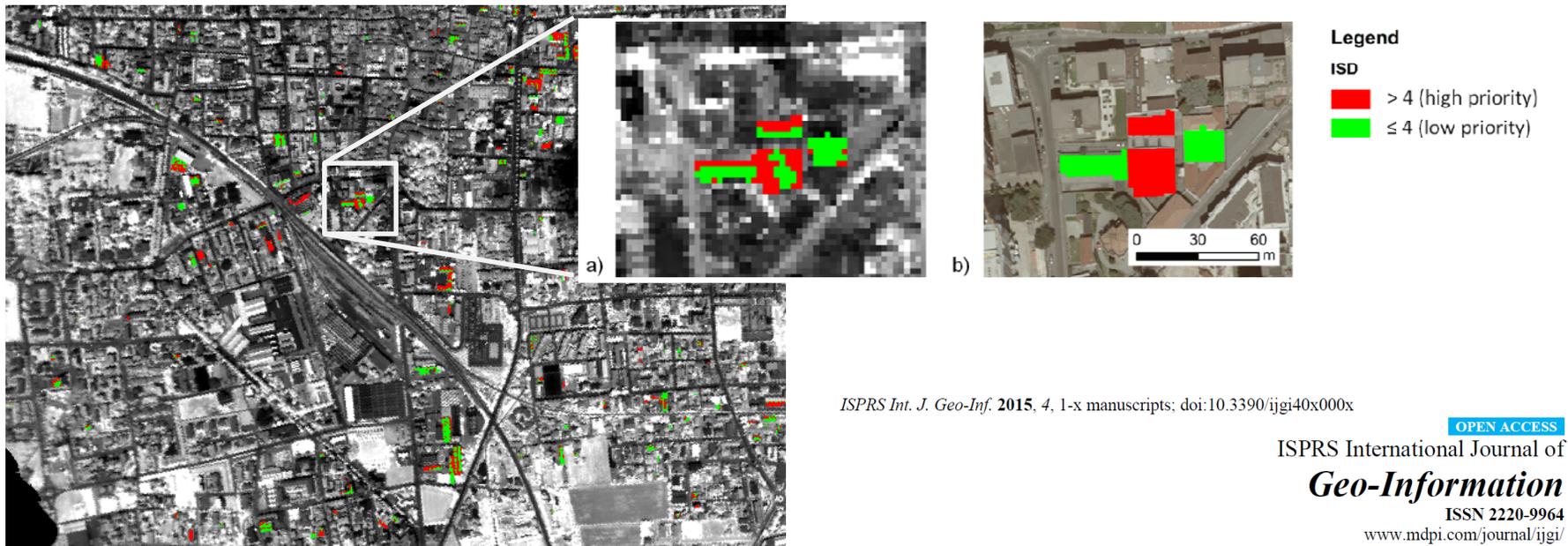
Abbondanza muschi/licheni

Riferimento NIR



ISD vs anno di posa NA/1 e esposizione

VARIABILITA' SPAZIALE DEL DETERIORAMENTO DELLE COPERTURE



ISD > 4 CA più alterato (pre 1980 e/o esposto a nord)
ISD ≤ 4 meno deteriorato (post 1980 e/o esposto a sud)

Prioritizzazione degli interventi

ISPRS Int. J. Geo-Inf. **2015**, *4*, 1-x manuscripts; doi:10.3390/ijgi40x000x

OPEN ACCESS

ISPRS International Journal of

Geo-Information

ISSN 2220-9964

www.mdpi.com/journal/ijgi/

Article

Mapping of Asbestos Cement Roofs and their weathering status using Hyperspectral Aerial Images

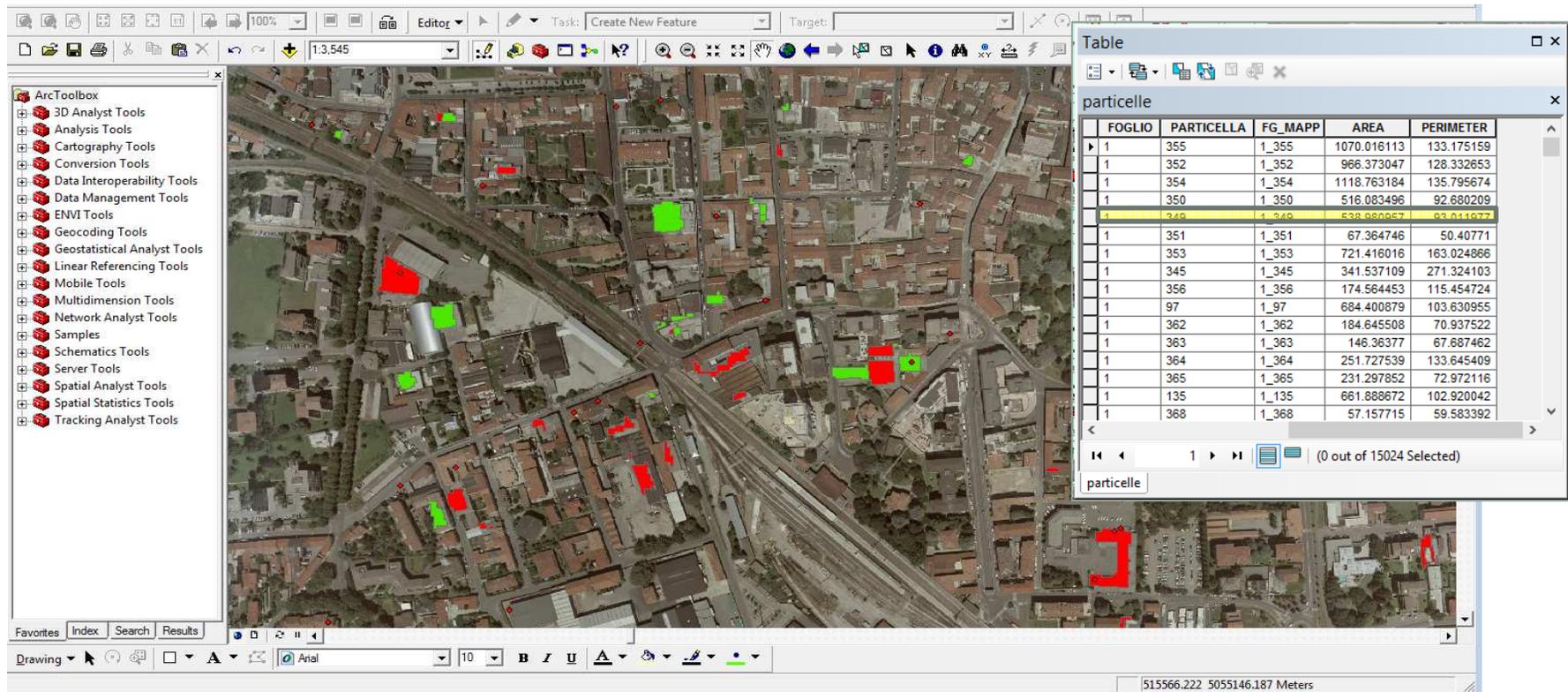
Chiara Cilia ¹, Cinzia Panigada ^{1*}, Micol Rossini ¹, Gabriele Candiani ², Monica Pepe ² and Roberto Colombo ¹

¹ Remote Sensing of Environmental Dynamics Laboratory, Department of Earth and Environmental Science (DISAT), University of Milano-Bicocca, Piazza della Scienza 1, 20126 Milano, Italy; E-Mails: chiara.cilia@gmail.com (C.C.); cinzia.panigada@unimib.it (C.P.); micol.rossini@unimib.it (M.R.); roberto.colombo@unimib.it (R.C.)

² Remote Sensing Department-IREA-National Research Council (CNR), Via Bassini 15, 20133 Milano, Italy; E-Mails: candiani.g@irea.cnr.it (G.C.); pepe.m@irea.cnr.it (M.P.)

IN SINTESI: restituzione finale

Ad ogni edificio catastale (foglio, particella e proprietà) è associato un record con le informazioni relative alla presenza di amianto, percentuale e grado di deterioramento.



| FOGLIO | PARTICELLA | FG_MAPP | AREA | PERIMETER |
|--------|------------|---------|-------------|------------|
| 1 | 355 | 1_355 | 1070.016113 | 133.175159 |
| 1 | 352 | 1_352 | 966.373047 | 128.332853 |
| 1 | 354 | 1_354 | 1118.763184 | 135.795674 |
| 1 | 350 | 1_350 | 516.083496 | 92.680209 |
| 1 | 349 | 1_349 | 538.980067 | 93.011077 |
| 1 | 351 | 1_351 | 67.364746 | 50.40771 |
| 1 | 353 | 1_353 | 721.416016 | 163.024866 |
| 1 | 345 | 1_345 | 341.537109 | 271.324103 |
| 1 | 356 | 1_356 | 174.564453 | 115.454724 |
| 1 | 97 | 1_97 | 684.400879 | 103.630955 |
| 1 | 362 | 1_362 | 184.645508 | 70.937522 |
| 1 | 363 | 1_363 | 146.36377 | 67.687462 |
| 1 | 364 | 1_364 | 251.727539 | 133.645409 |
| 1 | 365 | 1_365 | 231.297852 | 72.972116 |
| 1 | 135 | 1_135 | 661.888672 | 102.920042 |
| 1 | 368 | 1_368 | 57.157715 | 59.583392 |

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

- I risultati di questo studio confermano l'affidabilità delle mappe delle coperture in cemento-amianto realizzabili a partire da immagini iperspettrali. Generazione di informazioni utili, accurate e in aree estese;
- Difficoltà ad armonizzare appropriatamente i dati esistenti e importanza della restituzione finale dei prodotti in forma catastale;
- Buone prospettive per l'impiego operativo di un indice di deterioramento per indicazioni sulle priorità di intervento e bonifica. Necessità di ulteriori test.

RINGRAZIAMENTI

- Comune di Monza
- Comune di Seregno
- Comune di Lissone
- Comune di Muggiò
- Comune di Biassono

Agenda 21



Grazie ai Comuni per la disponibilità nel fornire i dati e la partecipazione alle misure di campo.

Grazie a IREA – CNR, Milano per la valutazione della qualità dei dati termici

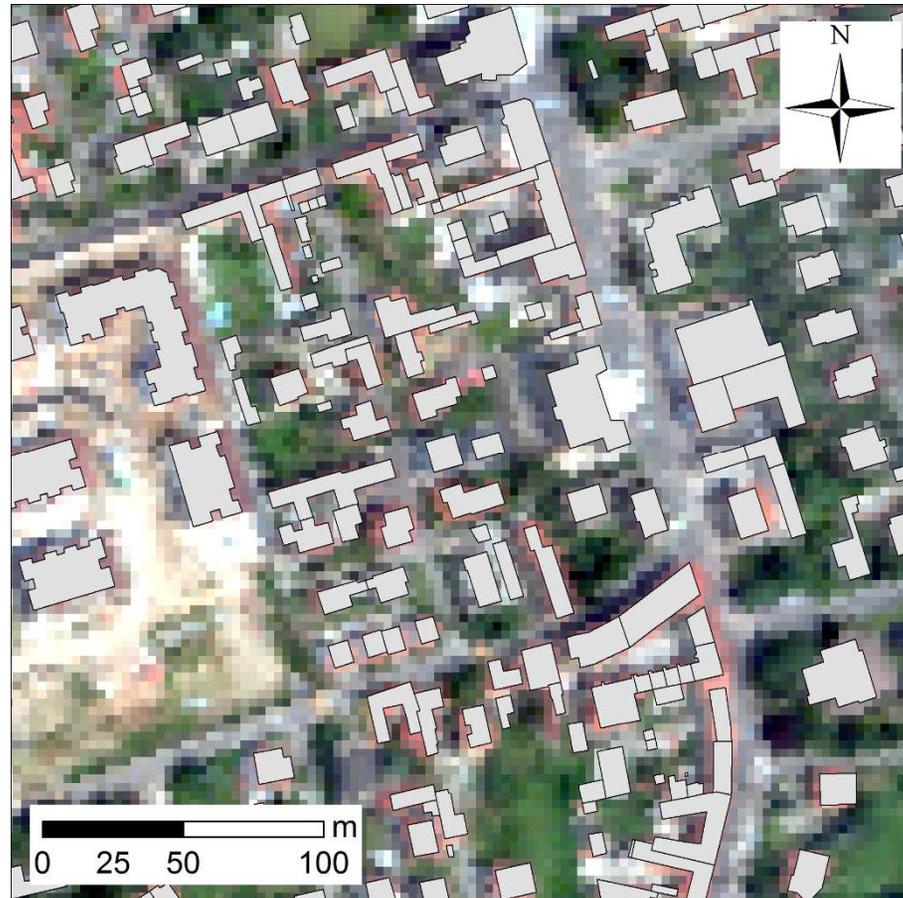


A circular fisheye photograph of a forest canopy, showing the tops of several trees with green and brown foliage against a bright sky. The text "GRAZIE PER L'ATTENZIONE" is overlaid in the center in a purple, sans-serif font.

**GRAZIE PER
L'ATTENZIONE**

ARMONIZZAZIONE DEL DATASET

Immagini MIVIS vs dati catastali



ARMONIZZAZIONE DEL DATASET

Esempio di database Excel fornito dai Comuni (modelli NA/1):

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N |
|----|------------|----------------------|----------------------------|--------|-------------------------|-----------------|---------------|-----------|----------|------------|-----------------|---------------------|------------|----------|
| 1 | data | nome | indirizzo | civico | uso | luogo | confinato | anno_posa | quantita | sup_esp_mq | stato | condizione | intervento | ind_degr |
| 2 | 24/01/2013 | Radaelli Carlo | Via Manzoni | 2 | abitazione | box | non confinato | 1970 | 38 mc | | <10% | non friabile | si | / |
| 3 | 25/02/2013 | Franciosi Maria | Via Indipendenza | 8 | uffici | fabbricato | confinato | 1980 | | 170 | buono | non friabile | si | / |
| 4 | 20/02/2013 | Meroni Fabio Luigi | Via Magenta | 12 | box | fabbricato | non confinato | 1971 | 580 kg | 38.5 | <10% | non friabile | si | / |
| 5 | 14/02/2013 | Bellani Maurizio | Via Einaudi | 5 | abitazione | copertura tetto | non confinato | 1994 | 1620 kg | 135 | <10% | non friabile | si | / |
| 6 | 14/02/2013 | Bellani Maurizio | Via Pavia | 28 | capannone - uffici | copertura tetto | non confinato | 1995 | 3000 kg | 250 | <10% | non friabile | si | / |
| 7 | 18/02/2013 | Villa Maria Lita | Viale Repubblica | 48 | abitazione | fabbricato | non confinato | 1988 | 3000 kg | 250 | <10% | non friabile | no | / |
| 8 | 18/02/2013 | Villa Maria Lita | Viale Repubblica | 48 | box | fabbricato | non confinato | 1995 | 540 kg | 45 | <10% | non friabile | no | / |
| 9 | 06/02/2013 | Tripodi Giuseppe | Via Libertà | 61 A | abitazione | fabbricato | non confinato | 1980 | | 220 | <10% | non friabile | no | / |
| 10 | 06/02/2013 | Tripodi Natale | Via Libertà | 61 | abitazione | fabbricato | non confinato | 1980 | | 200 | <10% | non friabile | no | / |
| 11 | 06/02/2013 | Boffi Vittorio | Via Buonarroti | 15 | fabbrica-azienda | fabbricato | non confinato | 1985 | | 47 | <10% | mediamente friabile | no | / |
| 12 | 06/02/2013 | Gervasoni Tito Bruno | Via Libertà | 57 | box | fabbricato | non confinato | 1970 | | 110 | <10% | non friabile | no | / |
| 13 | 06/02/2013 | Gervasoni Tito Bruno | Via Italia | 50 | abitazione | fabbricato | non confinato | 1980 | | 1050 | <10% | friabile | no | / |
| 14 | 05/02/2013 | Di Leo Anna | Via Einstein | 10 | Box | fabbricato | non confinato | 1979 | | 34 | non danneggiato | non friabile | no | / |
| 15 | 05/02/2013 | Monguzzi Roberto | Via Cattaneo | | magazzino uso deposito | fabbricato | non confinato | 1970 | | 300 | danneggiato | / | no | / |
| 16 | 05/02/2013 | De Vecchi Luca | Via Artigianato, 8 | 8 | capannone industriale | fabbricato | non confinato | 1991 | | 250 | non danneggiato | non friabile | no | / |
| 17 | 05/02/2013 | Monguzzi Giuseppina | Viale Repubblica | 31 | abitazione | fabbricato | non confinato | 1980 | | 140 | / | / | no | / |
| 18 | 05/02/2013 | Arosio Innocente | Via Trieste | 15 | abitazione | fabbricato | non confinato | 1969 | | 170 | <10% | / | no | / |
| 19 | 05/02/2013 | Sciutto Anna Maria | Via Europa | 13 | abitazione | fabbricato | non confinato | 1955 | | 90 | <10% | non friabile | no | / |
| 20 | 01/02/2013 | Ciprandi Marco | Via Dell'artigianato | 8 | ufficio | fabbricato | non confinato | 1985 | | 1290 | <10% | non friabile | no | / |
| 21 | 01/02/2013 | Melgrati Luca | Via Verdi - Galilei | | capannone uso magazzino | fabbricato | confinato | 1965 | 57000 kg | 3800 | <10% | non friabile | no | / |
| 22 | 31/01/2013 | Albertario Massimo | Via Edison | 11 | deposito | fabbricato | non confinato | 1980 | 360 | 30 | <10% | non friabile | si | / |
| 23 | 31/01/2013 | Fossati Clementina | Via Casati | 33 | box | fabbricato | non confinato | 1971 | 1200 kg | 100 | <10% | non friabile | no | / |
| 24 | 31/01/2013 | Pessina Emilio | Via Europa | 27 | box | fabbricato | non confinato | 1973 | 720 kg | 60 | <10% | non friabile | no | / |
| 25 | 31/01/2013 | Bonanomi Aldo | Via Villoresi | 19 | ripostiglio | fabbricato | confinato | 1960 | | 39 | >10% | non friabile | si | / |
| 26 | 21/12/2013 | SAMM Snc | Vicolo Pola | 11 | capannone | fabbricato | non confinato | 1979 | | | | | si | 56 |
| 27 | 29/01/2013 | FIIM Srl | Via Silvio Pellico/Magenta | 3 | negozio | fabbricato | non confinato | | | 400 | <10% | non friabile | si | / |
| 28 | 30/01/2013 | Crippa Ivano Franco | Via Europa | 17 | abitazione | fabbricato | non confinato | 1970 | 4200 Kg | 350 | <10% | non friabile | si | / |
| 29 | 30/01/2013 | Silva Giovanni | Via L. Da Vinci | 2 | abitazione | fabbricato | non confinato | 1995 | 1800 kg | 150 | <10% | non friabile | si | / |
| 30 | 30/01/2013 | Favarato Marco | Viale Repubblica | 97 | altro | fabbricato | non confinato | 1975 | | 450 | <10% | non friabile | no | / |
| 31 | 30/01/2013 | Vidali Antonio | Via De Nicola | 4 | Abitazione | Fabbricato | non confinato | 1975 | 3600 kg | 300 | <10% | non friabile | si | / |

Comune di Muggiò



INDICE DI DEGRADO

INDICE DI DEGRADO PER LA VALUTAZIONE DELLO STATO DI CONSERVAZIONE DELLE COPERTURE IN CEMENTO AMIANTO (I.D.)

A) GRADO DI CONSISTENZA DEL MATERIALE (da valutare con tempo asciutto, utilizzando una pinza da meccanici o attrezzo simile) si dà valore:

- 1 se un angolo flesso con una pinza si rompe nettamente con suono secco
- 2 se la rottura è facile, sfrangiata, con un suono sordo

B) PRESENZA DI FESSURAZIONI /SFALDAMENTI/ CREPE, si dà valore:

- 0 se assenti
- 2 se rare
- 3 se numerose

C) PRESENZA DI STALATTITI AI PUNTI DI GOCCIOLAMENTO, si dà valore:

- 0 se assenti
- 3 se presenti

D) FRIABILITÀ / SGRETOLAMENTO, si dà valore:

E) VENTILAZIONE, si dà valore

- 1 la copertura **non si trova** in prossimità di bocchette di ventilazione o flussi d'aria
- 2 la copertura **si trova** in prossimità di bocchette di ventilazione o flussi d'aria

F) LUOGO DI VITA / LAVORO, si dà valore

- 1 copertura **non visibile** dal sotto (presenza di controsoffitto e/o soletta)
- 2 copertura **a vista** dall'interno

G) DISTANZA DA FINESTRE /BALCONI/TERRAZZE, si dà valore

- 1 se la copertura è distante più di 5 m. da finestre/terrazze/balconi
- 2 se vi sono finestre/terrazze/balconi prospicienti ed attigue

H) AREE SENSIBILI, si dà valore

- 1 assenza, nel raggio di 300 m, di aree scolastiche/luoghi di cura
- 3 vicinanza ad aree scolastiche/luoghi di cura

I) VETUSTA' (in anni) fattore moltiplicatore, si dà valore

- 2 se la copertura è stata installata dopo il 1990
- 3 se la copertura è stata installata tra il 1980 e il 1990
- 4 se la copertura è installata prima del 1980

Nel caso sia difficoltoso risalire alla vetustà della copertura in cemento amianto si farà riferimento alla data di realizzazione dell'edificio.

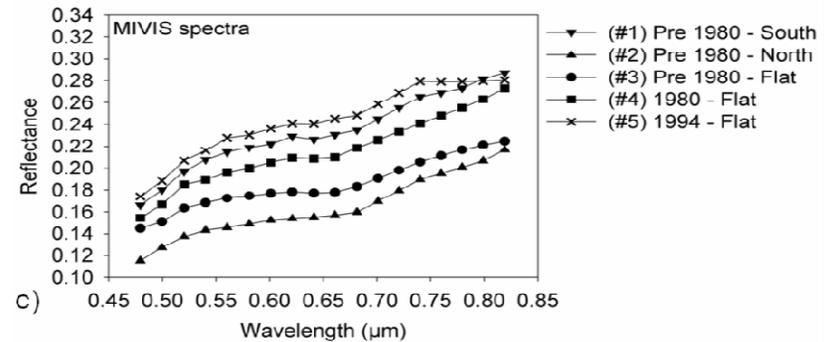
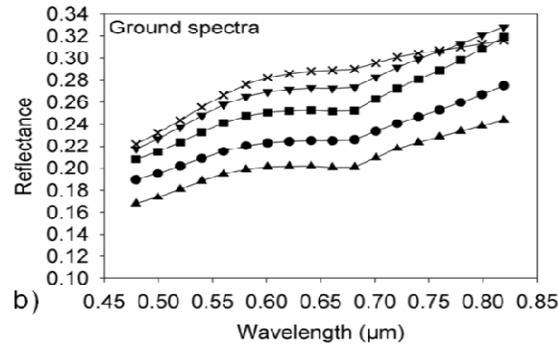
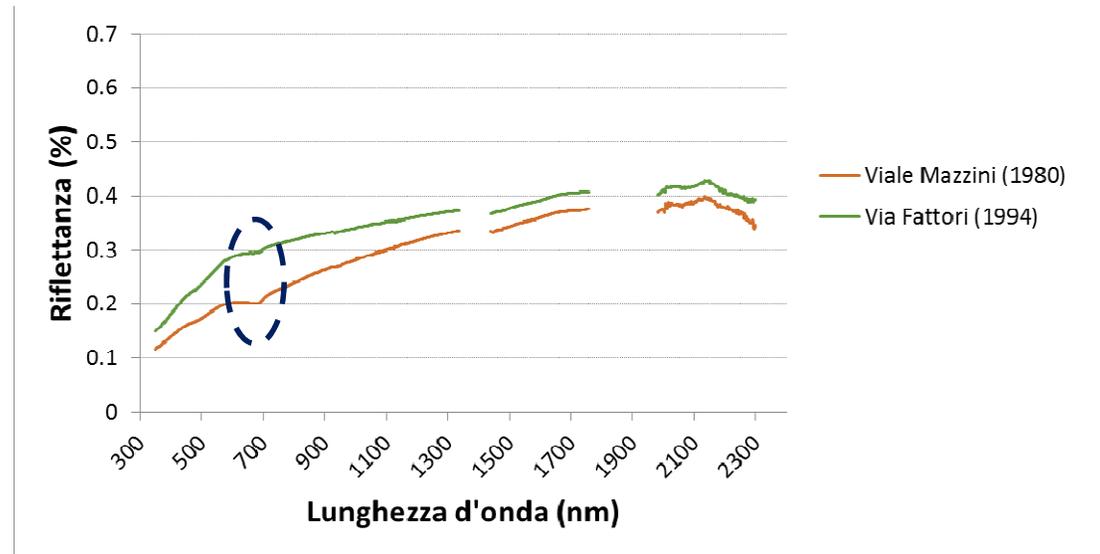
$$I.D. = (A+B+C+D+E+F+G+H) \times I \text{ (vetustà)}$$

RISULTATO:

- | | |
|----------------------------------|---|
| 1) I.D. INFERIORE O UGUALE A 25: | Nessun intervento di bonifica. E' prevista la rivalutazione dell'indice di degrado con frequenza biennale; |
| 2) I.D. COMPRESO TRA 25 e 44: | Esecuzione della bonifica* entro 3 anni ; |
| 3) I.D. UGUALE O MAGGIORE A 45 : | Rimozione della copertura entro i successivi 12 mesi . |

SVILUPPO DI UN INDICE DI DETERIORAMENTO

Effetto della matrice e della presenza di muschi e licheni sul segnale alle diverse lunghezze d'onda



SINTESI DEI RISULTATI

| Comune | N°edifici CA (alta + bassa priorità) * | N°edifici totale | % edifici CA | Area CA (min-max) (m²) |
|---------------|---|-----------------------------|-------------------------|--|
| Biassono | 326 (111 + 215) | 3118 | 10.5% | 138233 - 196733 |
| Lissone | 892 (354 + 538) | 7513 | 11.9% | 235061 - 379943 |
| Monza | 945 (347 + 598) | 14687 | 6.4% | 313622 - 563253 |
| Muggiò | 429 (161 + 268) | 4083 | 10.5% | 107434 - 183526 |
| Seregno | 578 (290 + 288) | 9221 | 6.3% | 113177 - 189048 |

* Edifici con almeno il 20% di CA

SINTESI DEI RISULTATI

Indicazioni sulla priorità di rimozione in base all'indice ISD

