

COPERTURE IN CEMENTO-AMIANTO: IL CASO CAMPANIA

Alessandro ANGELINI (*), Catia ATTURO (*), Giuliano FONTINOVO (*),
Elisabetta MERCURI (*), Alessia ALLEGRINI (*)

(*) CNR – Istituto sull’Inquinamento Atmosferico, Area della Ricerca RM1, Via Salaria Km 29,300,
00016 Monterotondo Stazione (RM), tel. 06-90672397, fax 06-90672660
e-mail: angelini@iia.cnr.it; atturo@iia.cnr.it; fontinovo@iia.cnr.it; mercuri@iia.cnr.it e alessia.allegri@iia.cnr.it

Abstract

Il presente lavoro è stato svolto da un gruppo di ricercatori dell’Istituto sull’Inquinamento Atmosferico (IIA) del CNR per conto dell’ ARPA Campania nell’ambito del PON “Sicurezza per lo Sviluppo del Mezzogiorno” fa riferimento al DM 101 del 18/3/2003.

Attraverso l’uso dei dati iperspettrali MIVIS è stata possibile l’individuazione delle coperture in cemento-amianto e la loro localizzazione in ambiente GIS. Il lavoro svolto, presso il laboratorio dell’IIA, dai ricercatori del CNR-IIA ha permesso di testare in maniera efficace la procedura messa a punto in lavori precedenti e ha dato modo all’ARPA Campania di monitorare l’intero territorio in tempi brevi, con minor dispendio di risorse rispetto alle tecniche tradizionali.

Abstract

This research has been carried out by a IIA team (CNR) on commission by ARPA Campania within the framework of the PON initiative (“Sicurezza per lo Sviluppo del Mezzogiorno”) and with reference to DM 101 del 18/3/2003.

The goal was to identify and locate the asbestos surfaces using the MIVIS hyperspectral data. This has been achieved by exploiting the IIA know-how and the specific procedures that have been developed and validated on field. The resulting report allowed ARPA Campania to survey the land fast and economically, compared to traditional techniques.

Introduzione

L’amianto è un minerale naturale a struttura fibrosa che per le sue ottime proprietà fonoassorbenti e termoisolanti, oltre che per l’economicità, è stato largamente utilizzato in passato in numerosissime applicazioni industriali ed edilizie sia isolato sia misto a cemento. Tra i rifiuti, quelli di amianto sono secondi per volume ai rifiuti solidi urbani e primi in quantità, tra i rifiuti tossici-nocivi. Purtroppo con il tempo tale materiale si è rivelato nocivo per la salute dell’uomo per la sua proprietà di rilasciare fibre che, se inalate, possono provocare patologie gravi ed irreversibili a carico dell’apparato respiratorio.

Riconosciuta la pericolosità di questo minerale ed in attuazione di specifiche direttive CE, lo Stato Italiano con la Legge n. 257 del 27 marzo 1992 ha stabilito norme per la cessazione dell’impiego e per il suo smaltimento controllato. Negli anni successivi sono stati emanati nuovi decreti ministeriali, leggi, ecc. concernenti il problema amianto.

La mappatura delle coperture si basa fondamentalmente sul rilevamento diretto; tale misurazione, comporta una serie di difficoltà tra cui l’accessibilità e la visibilità delle coperture per questo le tecniche di telerilevamento iperspettrale da piattaforma aerea rappresentano una valida alternativa ai

metodi di censimento tradizionali delle coperture in cemento-amianto. Il CNR-IIA ha elaborato una procedura che ha permesso l'individuazione e la mappatura di queste coperture.

Questa attività fa riferimento al DM 101 del 18/3/2003 "Regolamento per la realizzazione di una mappatura delle zone del territorio nazionale interessate alla presenza di amianto ai sensi dell'art. 20 della legge 23 marzo 2001, n. 93".

Il Decreto detta le regole per la realizzazione della mappatura completa delle zone del territorio nazionale interessate dalla presenza di amianto e per la realizzazione degli interventi di bonifica di particolare urgenza. Il decreto individua, inoltre, i criteri per l'attribuzione del carattere di urgenza agli interventi di bonifica, i soggetti preposti alla realizzazione della mappatura e gli strumenti e le modalità con cui la stessa deve essere realizzata.

Il Decreto (DM 101 del 18/3/2003) prescrive inoltre che la mappatura delle zone interessate dalla presenza di amianto venga realizzata avvalendosi di sistemi informatici impostati su base territoriale, imponendo che i siti individuati siano precisamente ubicati su una base cartografica.

Le tecniche di telerilevamento iperspettrale da piattaforma aerea applicate si sono dimostrate utili allo scopo proprio perché hanno permesso:

- di discriminare e caratterizzare le coperture in cemento-amianto;
- di localizzare con precisione i vari siti;
- di stimare la quantità del materiale presente;
- di esportare le informazioni, ricavate dall'analisi ed interpretazione del dato telerilevato, e di integrarle in ambiente GIS.

Materiali e metodi

Il presente lavoro è stato realizzato utilizzando voli acquisiti con il sensore MIVIS effettuati sulla Regione Campania nell'estate 2004, di proprietà dell'Arma dei Carabinieri, nell'ambito del Programma Operativo Nazionale per la Sicurezza e lo Sviluppo del Mezzogiorno d'Italia.

La quota di volo a cui sono state effettuate le riprese è di 2500 metri, definito di seguito "volo alto" a cui corrisponde una risoluzione media al suolo del pixel di 5 x 5 metri (25 m²).

Il piano di volo del "volo alto" della Regione Campania si compone di 220 strisciate per una estensione territoriale complessiva di circa 13.595 km².

Le strisciate (o *run*) utilizzate per l'estrazione dei tematismi sono state 206, le rimanenti 14 sono state escluse in quanto il territorio da loro coperto era già stato inglobato dalle 206 run.

I dati, una volta acquisiti hanno subito un pre-processamento ed una calibrazione radiometrica al fine di rendere più agevole l'estrazione delle informazioni contenute nell'immagine.

I dati MIVIS acquisiti sull'intero territorio della regione Campania sono stati elaborati per l'estrazione del tematismo "cemento-amianto".

L'elaborazione dei dati MIVIS, è stata eseguita nei laboratori dell'IIA da personale specializzato CNR e svolta con la massima accuratezza sulla base delle conoscenze acquisite nello svolgimento di specifiche attività di ricerca.

Le superfici in cemento-amianto sono caratterizzate da complessità spaziali e spettrali che rendono difficile il loro riconoscimento. La complessità spaziale è legata alla variabilità delle dimensioni e forme delle coperture. La complessità spettrale è dovuta, da una parte all'eterogeneità della composizione delle coperture stesse (a seconda dei composti: amosite, crocidolite e crisotilo) e dall'altra alla similarità spettrale con altre classi (ad esempio come il fibrocemento ecologico ed il cemento, particolarmente simili sia nella forma che nel colore) (Binaghi et al. 2000).

Con il dato MIVIS, queste complessità sono state superate grazie all'elevatissima risoluzione spettrale (102 bande) ed all'alta risoluzione spaziale (fino a un pixel di 3x3 metri), caratteristiche non riscontrabili in altri sensori utilizzati nel telerilevamento passivo.

Tali caratteristiche rendono i dati MIVIS in grado di sfruttare le minime variazioni della risposta spettrale di pixel omogenei per evidenziare ampie gamme di sottoclassi all'interno di una stessa unità tipologica, permettendo così la discriminazione delle superfici in cemento-amianto.

La realizzazione della mappatura delle coperture in cemento-amianto è avvenuta per fasi successive. Nella prima fase sono stati individuati campioni a terra su tutto il territorio regionale, in funzione del piano di volo e dei criteri utilizzati per la classificazione. In seguito, i campioni a terra sono stati riconosciuti sulle ortofoto (geometricamente corrette) e riportati sulle strisciate MIVIS corrispondenti.

La fase del campionamento a terra è stata differenziata in momenti diversi in modo tale da poter "calibrare" ed ottimizzare la raccolta campioni, muovendosi di pari passo alla elaborazione delle immagini. La campagna di campionamento è stata supportata da strumentazione specifica:

- GPS per raggiungere le mete prestabilite;
- PC portatile con base cartografica dell'intera Regione (Ortofoto del VoloIT2000), per l'individuazione dei punti e mosaico delle strisciate MIVIS dell'intera Regione.

Nella seconda fase si è proceduto al riconoscimento dei campioni della fase 1 sulle strisciate MIVIS. I pixel corrispondenti al campione di cemento-amianto individuato sono stati utilizzati per estrarre le firme spettrali. Tali firme spettrali sono state poi utilizzate per la creazione di una banca dati regionale, base per la creazione di Region Of Interest per l'algoritmo di classificazione.

Nella terza fase si è proceduto all'elaborazione del dato attraverso tecniche di classificazione. Fra i vari algoritmi di classificazione supervised, quello applicato nell'ambito di questa lavoro è stato l'algoritmo Spectral Angle Mapper (SAM).

L'algoritmo SAM permette una rapida mappatura delle similarità di spettri di immagine con spettri di riferimento (Boardman, 1994). Gli spettri di riferimento possono essere determinati in laboratorio o in campo, ovvero estratti dall'immagine. L'algoritmo determina la similarità spettrale tra i due spettri attraverso il calcolo dell'"angolo" che essi formano, trattando dunque gli stessi come vettori in uno spazio con dimensionalità uguale al numero delle bande.

La similarità di uno spettro non conosciuto t con uno spettro di riferimento r , è determinata attraverso la seguente equazione:

$$\alpha = \cos^{-1} \left(\frac{\sum_{i=1}^{nb} t_i r_i}{\left(\sum_{i=1}^{nb} t_i^2 \right)^{1/2} \left(\sum_{i=1}^{nb} r_i^2 \right)^{1/2}} \right) \quad [1]$$

dove α è l'angolo tra i vettori e nb il numero di bande nell'immagine.

Per ciascun spettro di riferimento scelto nell'analisi delle immagini iperspettrali, l'angolo α è determinato per ciascun elemento dell'immagine (pixel). Questo valore, in radianti, è assegnato allo spettro corrispondente nell'immagine SAM di *output*, una per ciascun spettro di riferimento. Le mappe dell'angolo spettrale derivate formano un nuovo cubo di dati con il numero di bande uguale a quello degli spettri di riferimento utilizzati per la mappatura.

L'algoritmo SAM implementato nel software ENVI richiede come *input* un numero di aree di prova (*training areas*) o spettri di riferimento, derivanti da specifiche Region Of Interest, (ROI) o banche dati spettrali. Nel nostro caso, gli spettri *input* sono quelli individuati nella fase precedente. La metodologia seguita si è anche avvalsa di un'analisi visiva di sintesi additive in RGB (*Red, Green, Blue*) integrata con una serie di accurate osservazioni sui luoghi (Fiumi et al, 2004).



Figura 1 – Risultato della classificazione SAM, in rosso le sole superfici in cemento-amianto

Nell'ultima fase il risultato (Figura 1) della classificazione delle immagini MIVIS è stato esportato in ambiente GIS (Fiumi et al, 2004). Come base cartografica è stata utilizzata Ortofoto IT2000 nel sistema di riferimento Roma40-ED50-WGS84, precedentemente concordato con il committente. Successivamente è stata effettuata la digitalizzazione delle superfici individuate dalla classificazione secondo alcuni convalidati criteri interpretativi.

Sono stati esclusi dalla digitalizzazione tutte quelle superfici in cui il numero di pixel classificati come superfici in cemento amianto era esiguo e tutte quelle coperture alle quali tramite una verifica interpretativa dei ricercatori era stato assegnato un giudizio di probabilità basso.

Il prodotto finale in formato vettoriale (Figura 2) consiste in due *files* distinti (formato *shape*):

- *Poligoni*: digitalizzazione di tutte le superfici derivanti dalla classificazione e riconoscibili sull'ortofoto, (la superficie intesa è quella planimetrica);
- *Punti*: centroidi dei poligoni.

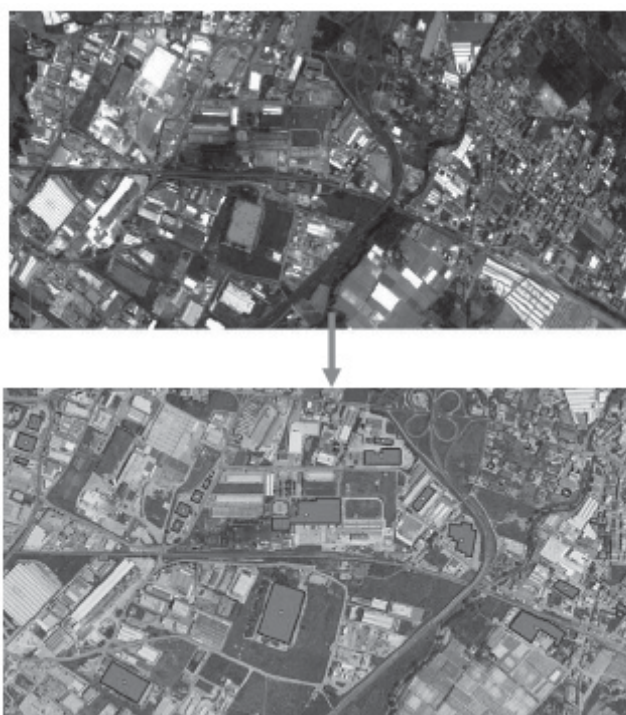


Figura 2 – Risultato della classificazione (in alto) e digitalizzazione in poligoni e punti delle coperture individuate (in basso)

Ad ogni poligono sono state associate in un apposito database informazioni quali: l'area, il perimetro della copertura, il Comune, la Provincia ed il codice ISTAT (Figura 3).

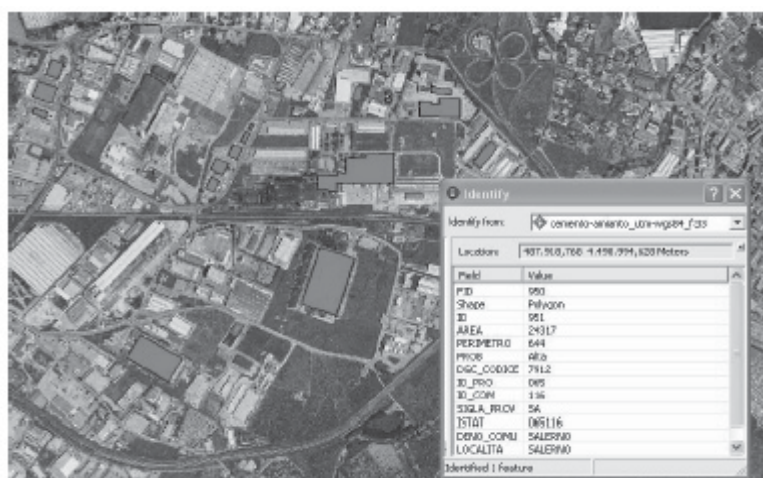


Figura 3 - Shape poligonale con tabella informativa

Risultati

I risultati ottenuti sono stati consegnati all'ARPA Campania e confluiti nella Banca Dati denominata S.I.T.A. (Sistema Informativo per la Tutela Ambientale) progettata dal Comando Generale dell'Arma dei Carabinieri, sempre nell'ambito del Programma Operativo Nazionale "Sicurezza per lo Sviluppo del Mezzogiorno d'Italia" 2000-2006 e gestita dal Comando Carabinieri per la Tutela dell'Ambiente.

Dall'immagine sotto riportata (Figura 4) è possibile osservare in colore verde la localizzazione delle superfici in amianto nella Regione Campania. In totale sono stati classificate 3.043 coperture in cemento- amianto di cui 451 con una superficie minore e uguale di 100 m², 1.402 tra i 100 e i 500 m² e 1.190 con una superficie planimetrica superiore ai 500 m²

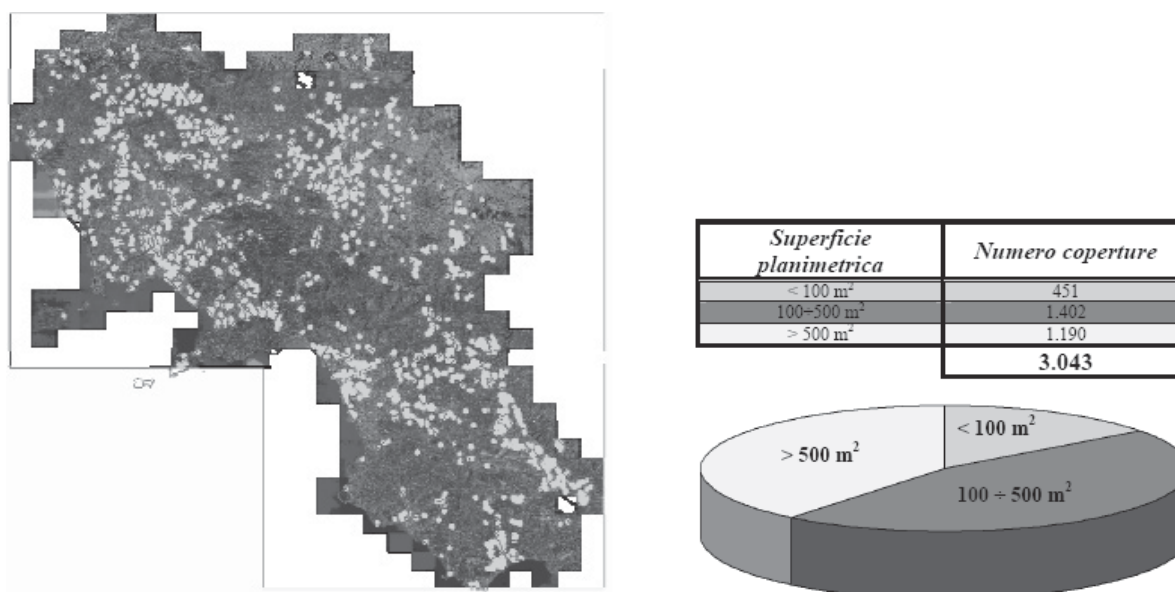


Figura 4 – Localizzazione delle coperture in amianto (a sinistra) e suddivisione delle coperture per superficie planimetrica (a destra)

Si è notato, peraltro, una consistente presenza di strutture in cemento-amianto in aree industriali e anche in alcune aree rurali. In particolare, nella Provincia di Caserta, è stata notata una elevata presenza di coperture in prossimità di aziende agro-zootecniche.

Dalla fotointerpretazione, effettuata con l'ausilio delle ortofoto e delle immagini prospettiche, e dai sopralluoghi effettuati, è stato notato che la gran parte degli edifici classificati sono ancora in uso. Inoltre grazie all'inserimento in ambiente GIS dei risultati è possibile visualizzare, localizzare e quantificare le superfici in amianto per ogni provincia, comune o località.

Questo consentirà in breve, attraverso i dati raccolti in campo dai tecnici dell'ARPA Campania (popolazione, addetti, stato della copertura, ecc.) di effettuare una serie di analisi per la valutazione del rischio ambientale nell'intera Regione.

Bibliografia

Binaghi E., Brivio P.A., Gallo I., Pepe M., Rampini a: (2000), "Riconoscimento automatico dell'urbano in ortofoto digitali a colori", Atti della 4^o Conferenza nazionale ASITA, Genova, 3-4 Ottobre 2000, p. 209-214

Boardman J.W., Kruse F.A. (1994), "Automated spectral analysis: a geological example using AVIRIS data, North Grapevine Mountains, Nevada", Proceedings of Tenth Thematic Conference on Geologic Remote Sensing, San Antonio Texas USA, Vol. I. pag. 407-418

L. Fiumi, C. Atturo, C. De Lorenzo, "Il telerilevamento iperspettrale e GIS per il monitoraggio delle coperture in cemento-amianto", pag. 26-30, *MondoGIS 44 – settembre/ottobre 2004*.

L. Fiumi, C. Atturo, C. De Lorenzo (2004) "Mappatura delle coperture in cemento-amianto", *Rivista Protecta*, n° 12/2, Dic 2003/Jan 2004, pag.46-47.

Legge n. 257 del 27 marzo 1992, "Norme relative alla cessazione dell'impiego dell'amianto"

Legge 23 marzo 2001, n. 93, "Disposizioni in campo ambientale"

D.M. 101 del 18/3/2003 "Regolamento per la realizzazione di una mappatura delle zone del territorio nazionale interessate alla presenza di amianto"