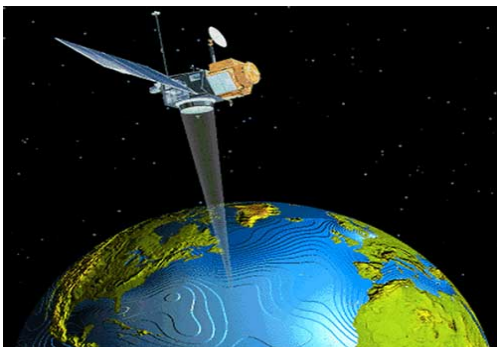




Nuove tecniche per il riconoscimento dell'amianto da satellite

Nicola Pirrone

Dirigente di Ricerca, CNR-IIA - Rappresentate Italiano in GEO

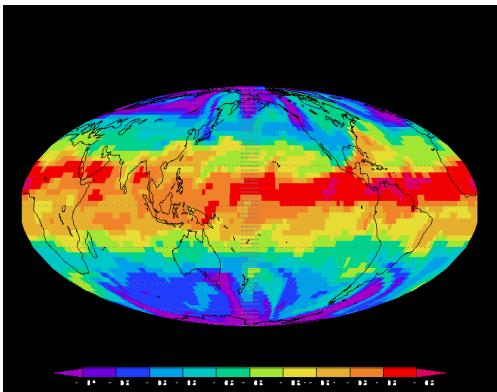


Convegno su:

Scenari Futuri della Rimozione dell'Amianto in Italia

15 Novembre 2018

Sala Zuccari, Palazzo Giustiniani, Roma



CNR Istituto sull'Inquinamento Atmosferico
<http://www.iiia.cnr.it>





Gruppo di Lavoro:

Alessia Allegrini, Paolo Fazzini, Giuliano Fontinovo, Alessandro Mei,
Francesco Petracchini, Rosamaria Salvatori,
Laura Tommasetti



CNR Istituto sull'Inquinamento Atmosferico
<http://www.iaa.cnr.it>



ATTIVITA' DEL CNR-IIA

La mappatura di coperture in cemento-amianto tramite tecniche di telerilevamento rientra tra le principali linee di ricerca del **laboratorio di telerilevamento del CNR-IIA** (sede principale Area della Ricerca di Roma1).

In particolare, attraverso l'ausilio di immagini multi- ed iper-spetttrali a diversa scala spaziale e spettrale ed attraverso la relativa metodologia di elaborazione oggetto di pubblicazioni scientifiche, **sono state sviluppate procedure idonee all'identificazione e la mappatura delle coperture in cemento-amianto.**

L'avvento di sensori satellitari di ultima generazione, caratterizzati da altissima risoluzione nell'intervallo spettrale VIS-NIR e da media risoluzione nello SWIR, ha permesso di sviluppare una **metodologia robusta nella distinzione delle coperture in cemento-amianto.**

Il **CNR-IIA è rappresentante nazionale in GEO** (Group on Earth Observation) un programma intergovernativo sull'Osservazione della Terra che vede la partecipazione di oltre 100 paesi e di oltre 100 Enti privati.



GEO, the Group on Earth Observations

An Intergovernmental group with 103 Members and 103
Participating Organizations



GEO Member Map for the year 2016

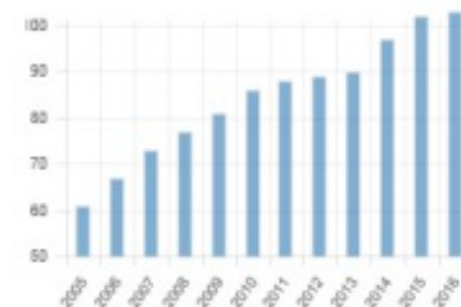


Number of Members (2016)

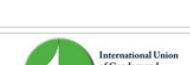
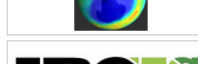
Africa:	27
Americas:	16
Asia/Oceania:	19
C.I.S.:	7
Europe:	34

Total: 103

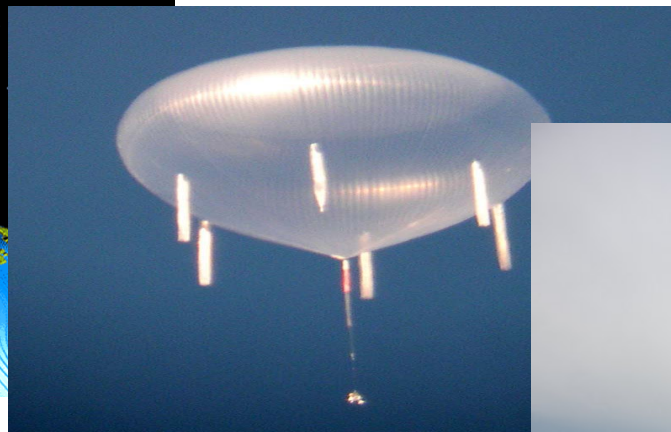
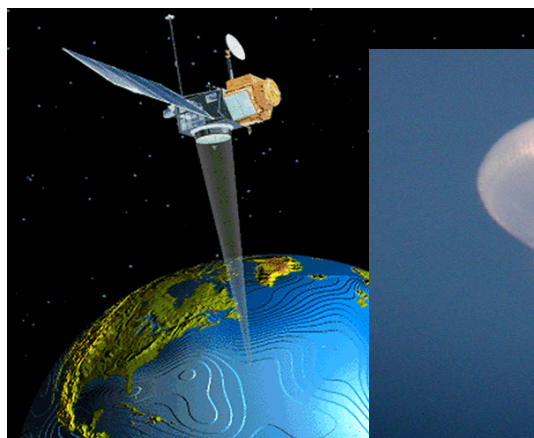
Number of Members by year



103 Participating Organizations

 AARSE	 ACMAD	 adie ASSOCIATION POUR LE DROIT A L'INITIATIVE ECONOMIQUE	 AGI ASSOCIATION OF GEOSPATIAL INDUSTRIES	 APN	 ARCTIC	 ASREN Arab States Research and Education Network	 BELMONT FORUM	 Biodiversity International
 CARTAGUA	 CATALAC	 Convention on Biological Diversity	 creative commons	 CEOS	 CGMS	 CARTAGUA	 CODATA	 CODATA
 COSPAP	 CETAN	 EARSC European Association of Remote Sensing Companies	 EARSEL	 CECMWF	 EEA	 EPOS EUROPEAN PLANETARY OBSERVATORY	 esa	
 ESIP	 ESSI	 EUROPEAN UNION SATELLITE CENTRE SatCen Analysis for decision making	 EUMETNET EUROPEAN METEOROLOGICAL SERVICES NETWORK	 EUMETSAT	 EUREC AGENCY European Renewable Energy Research Centre Agency	 eurisy ACTIVE COLLECTIVELY TO BRIDGE SPACE AND SOCIETY	 EUROGEO SURVEYS European Infrastructure for Geospatial Research	 FAO
 GOS	 futureearth research for global sustainability	 GBIF	 GCOS GLOBAL CLIMATE OBSERVING SYSTEM	 GÉANT	 GEM	 GFP global flood partnership	 THE GLOBE PROGRAM	 GLOS Global Ocean Learning System
 GOOS Global Ocean Observing System	 GRSS	 GSDI Global Spatial Data Infrastructure Association	 GTOS	 HOT Humanitarian Open Street Map Team	 IJBEC INTERBALKAN ENVIRONMENT CENTER	 IAF INTERNATIONAL ASSOCIATION OF AERONAUTICAL FEDERATIONS	 International Association of Geodesy	 ICA ACI
 ICIMOD	 ICOS INTEGRATED CARBON OBSERVATION SYSTEM	 ICSU International Council for Science	 IEEE	 International Hydrographic Organization Organisation Hydrographique Internationale	 IATSA	 IISD International Institute for Sustainable Development	 International Institute of Space Law	 INCOSE International Council on Systems Engineering
 ISPRS	 United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization	 International Steering Committee for Global Mapping	 ISDE	 isprs Information from Imagery	 ITC	 International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG)	 IUGS Earth Science for the Global Community	 IWM International Water Management Institute
 JBGIS Joint Board of Geospatial Information Societies	 Netherlands Organisation for International Scientific Co-operation in Earth Observation	 MRI mountain research initiative	 marine technology SOCIETY Opportunity runs deeper	 OGC Open Geospatial Consortium, Inc.	 pogo	 RCMD	 RDA RESEARCH DATA ALLIANCE	 Regional Centre for Training in Aerospace Surveys
 SAON SUSTAINING ARCTIC OBSERVING NETWORKS	 SICA Central American Integration System	 SPC Secretariat of the Pacific Community Applied Geoscience and Technology Division (SOPAC)	 SECURE WORLD FOUNDATION	 THE WORLD BANK	 NCAR UCAR University Corporation for Atmospheric Research	 UNCCD	 UNEP	 UNEP
 UN ESCAP Economic and Social Commission for Asia and the Pacific	 UNESCO	 United Nations Framework Convention on Climate Change	 UNISDR The United Nations Office for Disaster Risk Reduction	 unitar United Nations Institute for Training and Research	 UNITED NATIONS Office for Outer Space Affairs	 UNITED NATIONS UNIVERSITY UNU-EHS Institute for Environment and Human Security	 WCRP World Climate Research Programme	 WORLD DATA SYSTEM
 World Federation of Public Health Associations	 World Health Organization	 WMO	 WORLD OCEAN COUNCIL The International Business Alliance for Corporate Ocean Responsibility					

Observations – In, On, Around the Earth



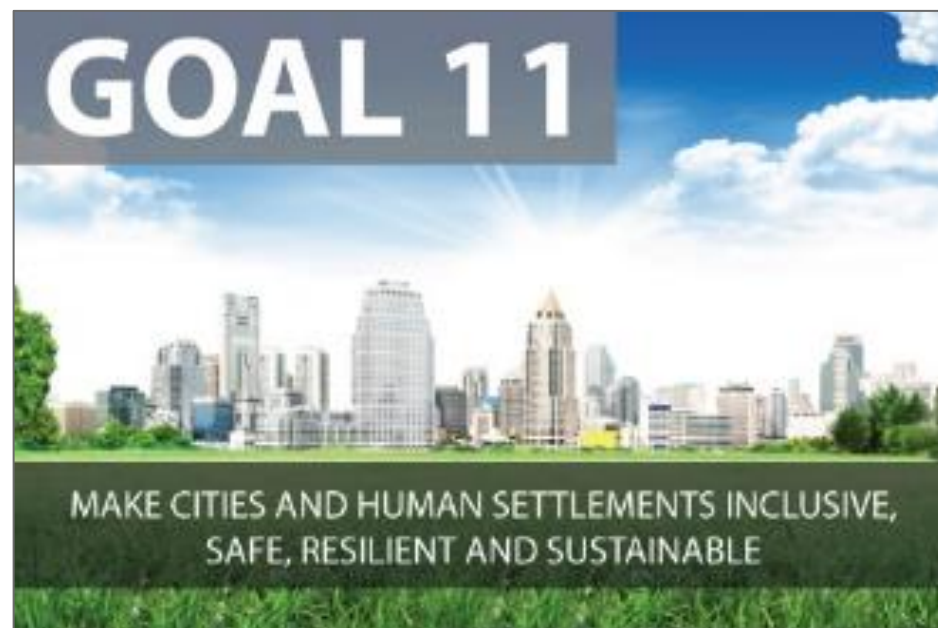
Global Earth Observation System of Systems (GEOSS)

THE GLOBAL GOALS

For Sustainable Development



Land Use and Land Cover Mapping



CONTESTO NORMATIVO

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 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.**



AREE DI STUDIO INVESTIGATE

**Aree oggetto di monitoraggio coperture cemento-amianto
(attività svolta negli anni 2005-oggi):**

Regioni: Puglia e Campania

Province: Venezia, Pavia, Milano, Roma, Viterbo

Comuni: Palermo, Augusta Melilli (SR), Parete (CE), Vibo Valentia

Superficie totale investigata: ~ 45.000 kmq

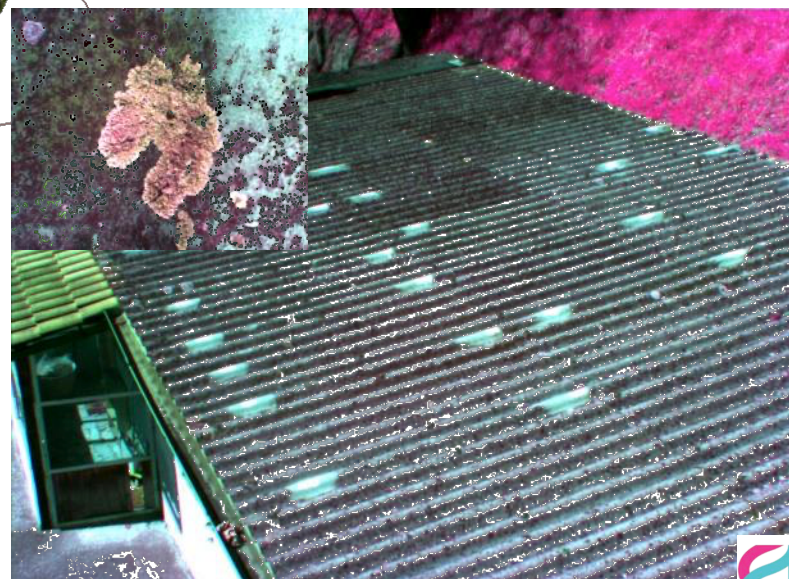
Superficie coperture rilevata: ~ 7 kmq



ANALISI DI CAMPO

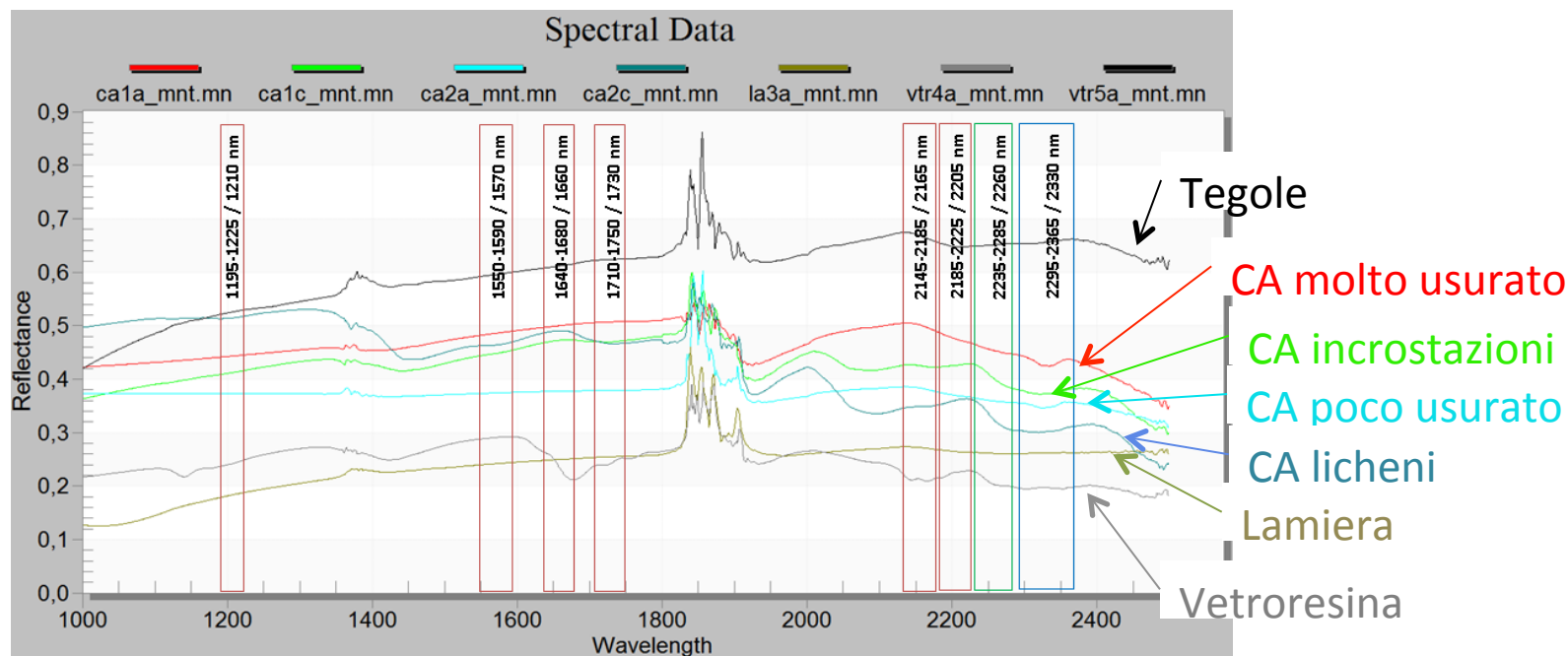
Per lo **sviluppo della metodologia di estrazione del dato “amianto” da immagini satellitari**, si è partiti da indagini di campo effettuate su coperture note e facilmente accessibili. Sulle tali coperture sono state effettuate acquisizioni:

- **Spettroradiometriche**
- **Multispettrali**
- **Termografiche**
- **Fotogrammetriche**
- **Analisi XRD**



ANALISI DI CAMPO

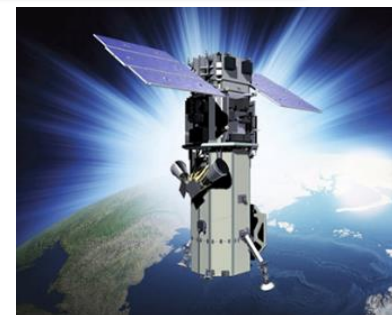
È stata creata una **libreria di firme spettrali di campo** per aumentare il livello di accuratezza della classificazione delle coperture in cemento-amianto da satellite.



Il grafico mostra che **nel range spettrale dello SWIR (2000-2500 nm) si colloca il picco caratterizzante le coperture in cemento-amianto. Le differenze spettrali nell'intervallo VIS-NIR** sono da imputarsi principalmente allo strato di licheni che, in alcuni casi, crescono sulle coperture stesse.

WORLDVIEW-3

La Planetek Italia Srl ha fornito al CNR-IIA un'immagine proveniente dal **sensore satellitare WorldView-3**, su cui è stata effettuata l'analisi delle coperture in cemento-amianto.



RISOLUZIONE SPAZIALE

PAN VIS-NIR (1 banda): **31 cm**

MULTISPECTRAL VIS-NIR (8 bande spettrali): **1.24 m**

MULTISPECTRAL SWIR (8 bande spettrali): **7.5 m**

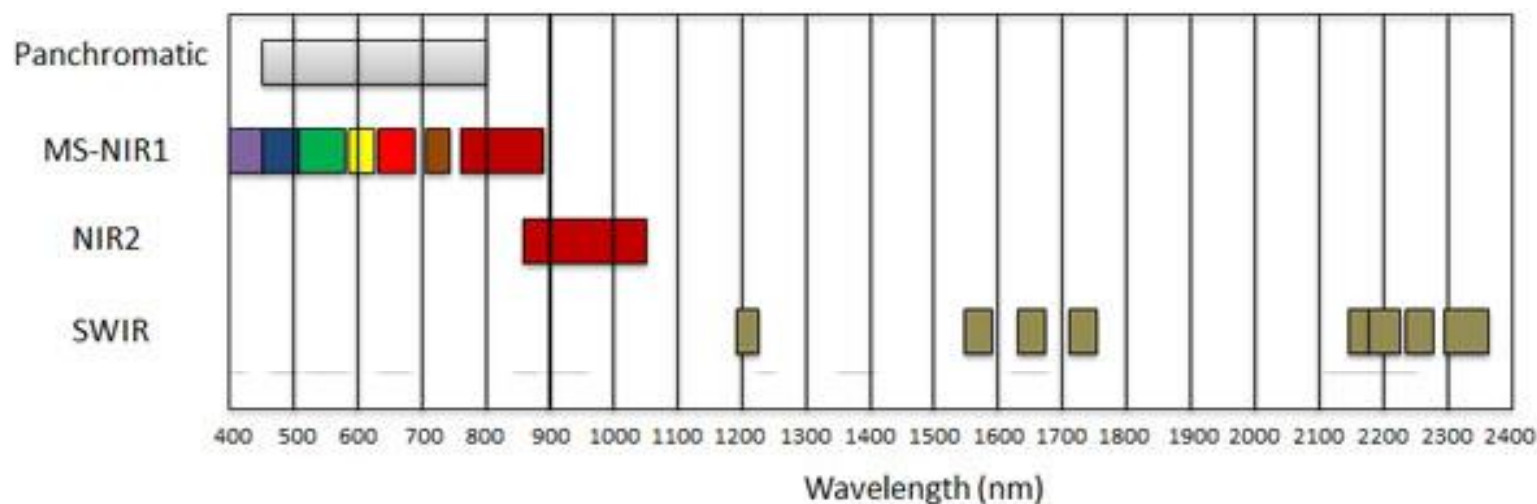


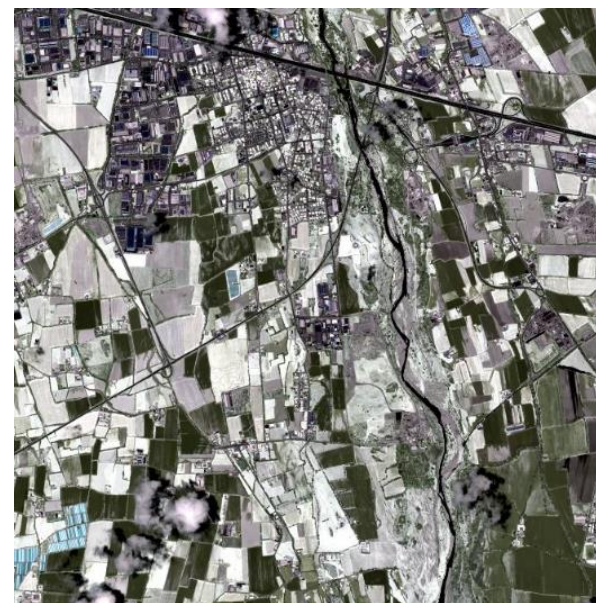
IMMAGINE SATELLITARE



PAN – 0.31 m



MULTISPECTRAL – 1.24 m



SWIR – 7.5 m

QUALI I VANTAGGI OPERATIVI

Utilizzo del **WorldView-3** (multispettrale) in sostituzione del un **sistema aereo** iperspettrale:

Vantaggi operativi:

- **Non si necessita** la programmazione del volo, autorizzazione al volo, manutenzione della strumentazione;
- **Possibilità di osservare grandi porzioni di superficie** terrestre e territori remoti o di difficile accesso in tempi brevi;
- **Possibilità di misure frequenti e regolari** nel tempo;
- **Minor numero di operatori** per la collezione delle immagini



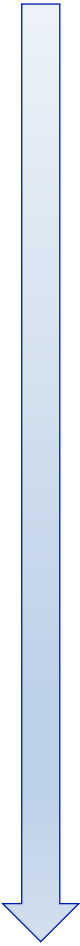
QUALI I VANTAGGI ECONOMICI

Ha **costi** molto **più contenuti dei dati aerei** in particolare riguardo:

- **Costi di trasferimento dell'aereomobile**, assenti per l'acquisizione mediante satellite
- Acquisizione immagini iperspettrali (in alcuni casi gratuite)
- Acquisizione misure spettroradiometriche per la campagna a terra
- Acquisizione dati per la validazione per la campagna a terra
- **Correlazione spettrale e geometrica dei dati non necessaria per le immagini da satellite**

AEREO			SATELLITE		
	1 kmq	100 kmq		1 kmq	100 kmq
1 Acquisizione dati			Acquisizione dati		
1.1 trasferimento aereomobile	160,00	16.000,00	trasferimento aereomobile	a corpo	0,00
1.2 acquisizione immagini iperspettrali	102,00	10.200,00	acquisizione immagini WV3	50,00	5.000,00
2 Campagna a terra			Campagna a terra		
2.1 ricognizione area di studio con img d'archivio	15,00	1.500,00	ricognizione area di studio con img d'archivio	10,00	1.000,00
2.2 monitoraggio e scelta invariant target e coperture amianto	60,00	6.000,00	monitoraggio e scelta invariant target e coperture amianto	40,00	4.000,00
2.3 acquisizione misure spettroradiometriche	120,00	12.000,00	acquisizione misure spettroradiometriche	70,00	7.000,00
2.4 acquisizione misure ambientali accessorie	30,00	3.000,00	acquisizione misure ambientali accessorie	30,00	3.000,00
2.5 acquisizione dati per validazione	60,00	6.000,00	acquisizione dati per validazione	20,00	2.000,00
2.6 verifica risultati post-processing	45,00	4.500,00	verifica risultati post-processing	60,00	6.000,00
3 Correzione dati			Correzione dati		
3.1 correzione geometrica	35,00	3.500,00	correzione geometrica	0,00	0,00
3.2 costruzione libreria spettrale	70,00	7.000,00	costruzione libreria spettrale	40,00	4.000,00
3.3 correzione spettrale	150,00	15.000,00	correzione spettrale	0,00	0,00
4 Mappa coperture cemento-amianto			Mappa coperture cemento-amianto		
4.1 riconoscimento coperture e scelta ROI	20,00	2.000,00	riconoscimento coperture e scelta ROI	15,00	1.500,00
4.2 procedura di classificazione	30,00	3.000,00	procedura di classificazione	30,00	3.000,00
4.3 interpretazione risultati	70,00	7.000,00	interpretazione risultati	30,00	3.000,00
4.4 validazione risultati	30,00	3.000,00	validazione risultati	30,00	3.000,00
4.5 creazione ed editing vettoriale	70,00	7.000,00	creazione ed editing vettoriale	30,00	3.000,00
4.6 costruzione banca dati geografica e WEBGIS	80,00	8.000,00	costruzione banca dati geografica e WEBGIS	35,00	3.500,00
TOTALE	1.147,00	114.700,00	TOTALE	490,00	49.000,00

PROCEDURA PER L'IDENTIFICAZIONE DELL'AMIANTO

- 
- **Individuazione di campioni a terra:**
FOTOINTERPRETAZIONE O OSSERVAZIONI IN-SITU
 - **Riconoscimento dei campioni su immagini telerilevate e scelta delle ROIs (Region Of Interest)**
 - **Classificazione con algoritmo SAM (Spectral Angle Mapper):**
UTILIZZO DI ANGOLI IDONEI ALLO SCOPO
 - **Interpretazione dei risultati e digitalizzazione su ortofoto** secondo i criteri dimensionali stabiliti:
FOTOINTERPRETAZIONE
 - **Verifica finale** e restituzione del dato:
 - ✓ coperture rilevate non inferiori a 7.5x7.5 mq
 - ✓ alta/bassa probabilità

ELABORAZIONE IMMAGINE SATELLITARE

Applicazione dell'algoritmo di classificazione



Fotointerpretazione, verifica e digitalizzazione su ortofoto

Possibilità di creare geoDB e WEBGIS



CNR Istituto sull'Inquinamento Atmosferico
<http://www.iaa.cnr.it>

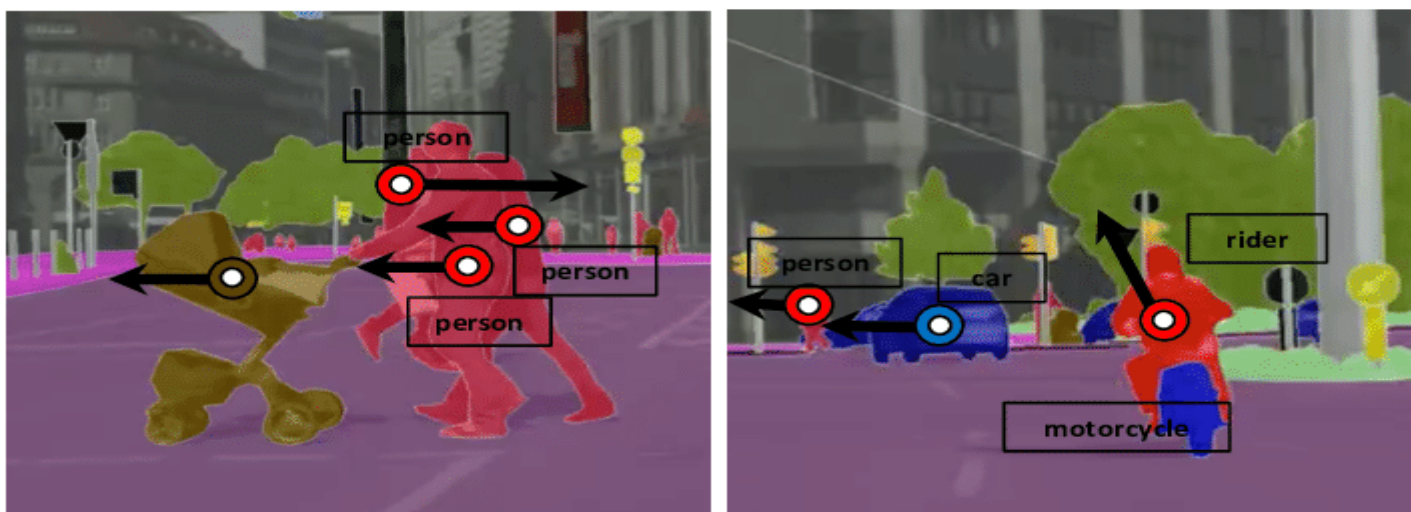


SVILUPPI FUTURI: L'INTELLIGENZA ARTIFICIALE

Sviluppi futuri prevedono lo studio e l'utilizzo di **algoritmi di intelligenza artificiale** (Reti Neurali «Classiche» e Reti Neurali «Deep»).

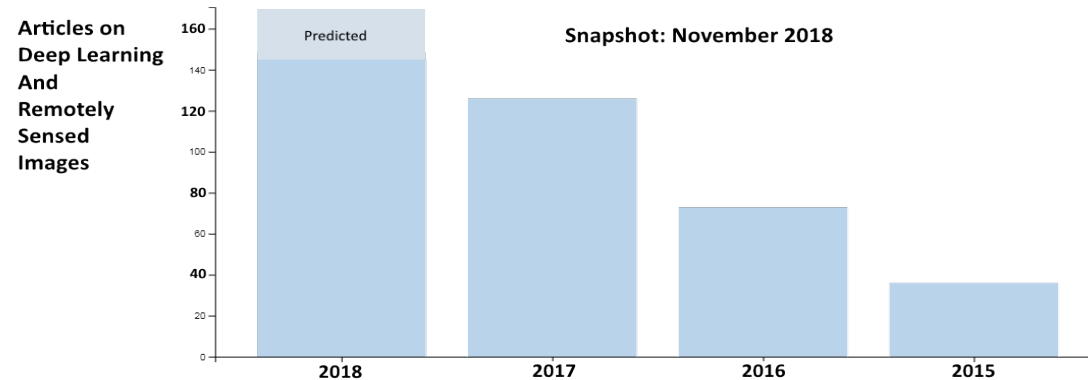
Negli ultimi anni il **successo delle Reti Neurali** è andato ben oltre le **aspettative** dei ricercatori. Dopo la lieve flessione prima degli anni '10, le Reti Neurali «Deep» hanno consentito progressi inaspettati sorprendendo la comunità scientifica mondiale.

Progetti impensabili solo qualche anno fa, come la «self-driving car», **sono diventati improvvisamente realistici**.

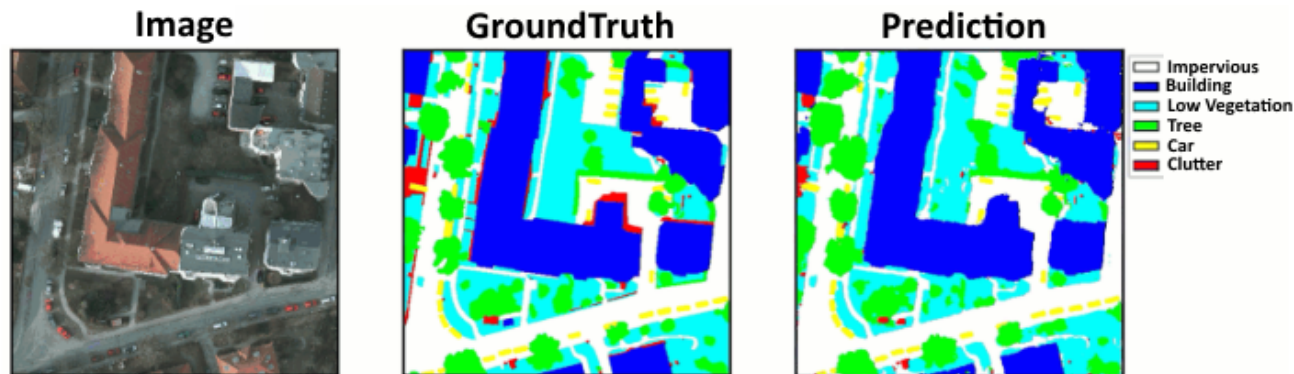


DEEP LEARNING

Questo clima di entusiasmo si è propagato in molteplici ambiti della ricerca e gli studi sulle Reti Neurali «Deep» applicate ad immagini multispettrali da sensore satellitare si sono moltiplicati.....**siamo ancora in una fase sperimentale e di sviluppo**



...E i risultati degli esperimenti appaiono piuttosto accurati.

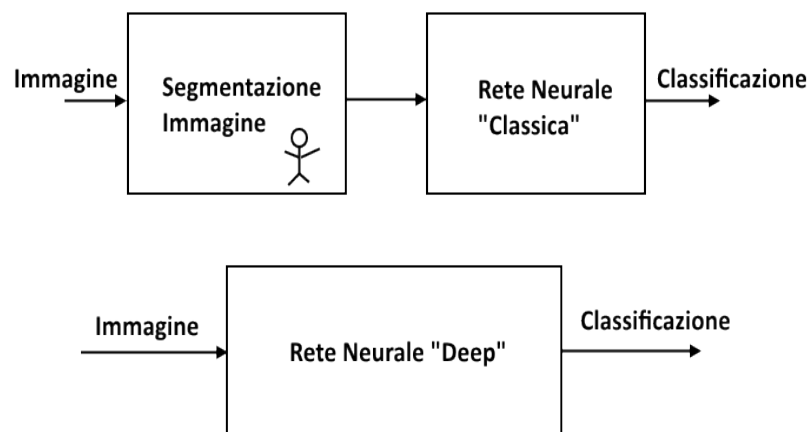


RETI NEURALI: NUOVE TECNICHE DI CLASSIFICAZIONE

Il CNR-IIA, seguendo il trend mondiale, **pianifica di eseguire ricerche ed esperimenti di rilevamento utilizzando sia Reti Neurali «Classiche» che «Deep».**

Vantaggi:

- Riduzione del numero di controlli («Human Supervision Reduction») e del personale di controllo e verifica
- Maggiore accuratezza della parte algoritmica della procedura
- Maggiore semplicità nell'uso della procedura
- Possibile capacità da parte della Rete Neurale di individuare lo stato di degradazione delle coperture in amianto.



CONCLUSIONI

- L'applicazione della **procedura sviluppata sul dato satellitare** ad elevata risoluzione spaziale e spettrale ha permesso di discriminare, in maniera puntuale, le superfici in cemento-amianto rispetto alle altre tipologie di materiali presenti sul territorio.
- È stata quindi effettuata la mappatura di superfici contenenti amianto con **accuratezza di circa 90%**.
- **Le immagini satellitari** sono altresì utili per un monitoraggio delle coperture rilevate in precedenza con sensori di altro tipo, consentendo di individuare situazioni in cui, a distanza di tempo, le coperture di cemento-amianto sono state rimosse (***change detection*** dei risultati).
- Sviluppi futuri di tale metodologia prevedono l'utilizzo dell'**intelligenza artificiale** per rendere più accurata ed economica la classificazione di superfici in cemento amianto, e l'eventuale **determinazione del suo stato di degradazione**.

Grazie....

